

Energieffektivisering av tre flerbostadshus från 50-talet

**– är det möjligt att uppfylla nybyggnadskrav med
rimliga effektiviseringsåtgärder?**



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygghälsa/Byggnadskonstruktion**

Examensarbete:
Anders Burman
Percy Persson

© Copyright Anders Burman, Percy Persson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2008

Sammanfattning

Energieffektivisering av tre flerbostadshus från 50-talet

Detta arbete redovisar vilka åtgärder som är lönsamma ur ekonomisk synvinkel och kan leda till minskad energianvändning hos flerbostadshusen på Ystadsgatan 12-18 i Helsingborg. Eftersom dessa flerbostadshus är uppförda under 1950-talet och kan anses vara typexempel för flerbostadshus byggda under detta decennium kan detta arbete ge inspiration åt andra bostadsrättsföreningar och hyresrättsägare som också funderar på att göra besparingsåtgärder i sina 50-tals hus.

Huvudtanken med arbetet har varit att få ner den specifika energianvändningen och inte ändra de boendes beteende vad gäller individuell hushållsel. Att minska den specifika energianvändningen innebär att åtgärder måste göras inom följande område: styr och reglerteknik, installationsteknik och byggnadsteknik.

Våra åtgärdsförslag är tilläggsisolering av vindsbjälklaget och vindsvåningarna, samt installation av ett solvärmesystem. För att få svar på hur åtgärderna fungerar i verkligheten har vi simulerat byggnaderna i energiprogrammet VIP+, med och utan förbättrande åtgärder. Resultatet av simuleringarna med åtgärder är att byggnaderna klarar BBR:s nybyggnadskrav ($110\text{kWh}/(\text{m}^2, \text{år})$) för flerbostadshus. Ur ett ekonomiskt perspektiv har våra åtgärder en pay back-tid (med dagens energipriser) på ca: 14 år.

Nyckelord: Energieffektivisering, flerbostadshus, energiberäkningar, VIP+, energideklaration

Abstract

Improving energy efficiency of three apartment blocks from the 50's

This thesis shows which measures are profitable from an economic view and lead to reduced energy-usage for the apartment blocks at Ystadsgatan 12-18 in Helsingborg. These apartment blocks are built during the 50's and can be considered to be the type of apartment blocks built during this decade. This thesis intends to inspire other tenant-owner's associations and owners of apartment blocks who also think of taking measures towards savings in energy costs.

The main aim with the thesis has been to reduce the specific energy-usage without changing the residents' behaviour. To reduce the specific energy-usage involve that measures has to be taken in these following spheres: steer and regulate-technique, installation-technique and building-technique.

Our measure-proposals are additional isolation of the attic-joist and the flats in the attic and installation of a solar energy system. In order to investigate how the measures work in reality, the buildings have been recalculated with the energy optimising software VIP+, with and without improving measures. The result of the simulations is that the buildings reach BBR's demands for new apartment blocks (110kWh/m^2 , year). From an economic perspective our measures have a pay back-time (with the present energy-price) on approximately 14 years.

Keywords: energy efficiency, apartment blocks, energy-calculations, VIP+, energy-declaration

Förord

Föreliggande examensarbete har uppstått ur ett hos författarna gediget intresse för energiförluster i byggnader och hur man åtgärdar dessa. Vi ville se hur lätt en relativt normaliserad byggnad klarar den stundande obligatoriska energideklarationen. Vi önskade göra den nu genomförda analysen på en byggnad som hade en speciell egenskap, eller på något sätt var ett typexempel.

För att hitta en lämplig samarbetspartner, handledare och ett objekt vände vi oss till WSP i Helsingborg där idéerna kring examensarbetet diskuterades fram och tillbaka. Bestämt blev att vi skulle göra analysen för bostadsrätten *Helsingborgshus 4* som är belägen på Ystadsgatan 12-18. Dessa byggnader kunde statuera typexempel på 50-talets flerbostadshus. Det finns fortfarande kvar massor av hus i Sverige som ser ut på ungefär samma sätt.

Vi vill framföra vårt tack till:

Bernard Johansson WSP, vår handledare som tagit sig tid att hjälpa oss med frågor kring vårt simuleringsprogram VIP+ samt hjälpt till att räta ut arbetsgången kring ett projekt av detta slag.

Mats Fernström, WSP, för sitt engagemang med bostadsrättsföreningen och kontaktpersoner på Riksbyggen.

Mats-Ola Rasmusson, VIP+, hjälpt till med tekniska frågor kring användandet av VIP+.

Följande personer har också varit till stor hjälp för att göra det möjligt att genomföra detta arbete: Mats Dahlblom (universitetsadjunkt, LTH), Lars Sentler (professor och examinator, LTH), Håkan Larsson (WSP), Lars Künel (Bostadsrättsföreningen Helsingborgshus 4), Staffan Lindberg (Riksbyggen), Lars-Åke Johnsson (Riksbyggen), Niclas Jacobsson (Elitfönster), Robert Sundquist (EXOHEAT), samt personalen på Helsingborgs Stadsarkiv.

Vi vill också passa på att tacka alla andra vi känner som har varit intresserade av arbetet med vårt examensjobb för det stöd vi fått.

Helsingborg maj 2008

Anders Burman och Percy Persson

Innehållsförteckning

Ordlista	1
1 Inledning	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte och målsättning	3
1.3 Problemformulering	4
1.4 Avgränsningar	4
1.5 Metod och genomförande	4
2 Nuläget	5
2.1 Energianvändning för bostäder, lokaler och varmvatten	5
2.1.1 Bakgrund till energideklarationerna	6
2.1.2 Innehåll i energideklarationerna	6
3 Teori	8
3.1 Totala energibehovet	8
3.2 Värmebalans	8
3.3 Faktorer som påverkar energibehovet	10
3.3.1 Solinstrålning genom fönster	10
3.3.2 Vind	11
3.3.3 Temperatur	11
3.3.4 Isolering	11
3.3.5 Byggnadsutformning och placering	11
3.3.6 Brukarens vanor	12
3.4 Värmeeffektbehov	12
3.5 Energiförluster	12
3.5.1 Transmissionsförluster	12
3.5.1.1 <i>Köldbryggor</i>	14
3.5.1.2 <i>Fönster</i>	15
3.5.2 Ventilationsförluster	15
3.5.3 Läckageförluster	16
3.5.4 Spillvärme.....	17
3.6 Energitillskott – gratisvärme	17
3.7 Energiberäkningsmetoder	18
3.7.1 Grattimmemetod.....	18
3.7.2 Om beräkningsprogrammet VIP+	19
3.8 BBR:s krav på energihushållning – bostäder	21
3.8.1 Specifik energianvändning	21
3.8.2 U-medelvärde	22
3.9 Investeringsbedömning	22
3.9.1 Förenklad LCC-metod	22
3.9.2 Pay back-metoden	23

4	Effektiviseringsåtgärder	24
4.1	Hushållsel	24
4.2	Klimatskal	25
4.3	Ventilation	27
4.4	Fastighetsel	28
4.5	Värmesystem	28
4.6	Tappvarmvatten	29
4.7	Individuell mätning	30
5	Undersökt Objekt – Ystadsgatan 12-18	31
5.1	Historia och Placering	31
5.2	Användning	31
5.3	Teknisk beskrivning	32
5.3.1	Konstruktion	32
5.3.2	Ventilationssystem	34
5.4	Verklig energianvändning	34
6	Resultat och analys	36
6.1	Indata	36
6.2	Analys av beräkningar – indata	36
6.3	Analys av beräkningar – åtgärder	38
6.3.1	Tilläggsisolering av vindsbjälklaget	39
6.3.2	Tilläggsisolering av vindsvåningarna	39
6.3.3	Solvärmesystem	39
6.3.4	Sänkning av inomhustemperaturen	40
6.3.5	Tilläggsisolering av fasad	40
6.3.6	Sammanställning	40
6.4	Diskussion	41
6.5	Felkällor	43
7	Slutdiskussion	44
8	Källförteckning	45
8.1	Tryckta källor	45
8.2	Elektroniska källor	46
8.3	Muntliga källor	47
	Bilaga 1 Förbrukningsrapport fjärrvärme 2006	48
	Bilaga 2 VIP+, Katalogdata	49
	Bilaga 3 VIP+, Ursprungligt Hus A	51
	Bilaga 4 VIP+, Ursprungligt Hus B	55
	Bilaga 5 VIP+, Ursprungligt Hus C	59

Ordlista

BBR	Boverkets byggregler
BFS	Boverkets författningssamling
A_{temp}	<i>"Golvarean i temperaturreglerade utrymmen avsedda att värmas till mer än 10°C begränsade av klimatskärmens insida."</i> ¹
Normalårskorrigerig	<i>"Korrigerig av byggnadens uppmätta energianvändning utifrån skillnaden mellan klimatet på orten under ett normalår och det verkliga klimatet under den period då byggnadens energianvändning verifieras."</i> ²
U-värde	<i>"den värmemängd som per tidsenhet passerar genom en ytenhet av väggen då skillnaden i lufttemperatur på ömse sidor om väggen är en grad."</i> ³ Mäts i enheten [W/m ² ,K] och används vid beräkningar av transmissionsförluster. Ska ur energisynpunkt vara så låg som möjlig.
Klimatskal	Byggnadens yttersta skal i form av väggar, tak och golv som avskärmar utomhus från inomhus. Vid ouppvärmad vind finns klimatskalet i vindsbjälklaget.
Flytande golv	Är när innergolvet inte är fast i undergolvet. Kan vara bra att använda vid betonggolv som innehåller mycket fukt. Konstruktionen innebär vid betonggolv att ett isolerande lager av golvcellplast läggs löst mellan betongen och ytskiktet.
Fjärrvärme	Storskalig värmeproduktion. Varmvatten produceras i ett värmeverk och distribueras ut till användarna via rör i ett slutet system. Hos användarna värms radiator och tappvatten upp

¹ Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*

² Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*

³ Sandin, Kenneth (1996), *Värme och fukt*

innan det något avkylda vattnet återvänder till värmeverket.

Suterräng

Då väggen till en byggnads källarvåning delvis ligger ovanför marken eller är blottad från jorden.

Konvektion

Värmetransport genom luftrörelser.

Spektralfördelning

Solljus innehåller många olika färger som har olika våglängder. Då solljuset passerar genom en glasruta fungerar denna som en prisma och de olika färgerna bryts olika mycket. Effekten av detta fenomen är att inte hela strålen kommer in och kan värma upp byggnaden.

Radon

Grundämne som bildas vid sönderfall av radium. Radon är radioaktivt och kan finnas i marken, berggrunden, vatten och i byggnader. Ökar risken för lungcancer vid inandning.

Energiprestanda

”den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år” (SFS 2006:985, 2008-06-05).⁴

S-system

Självdraagsventilation

F-system

Frånluftsventilation

FT-system

Från- och tilluftventilation

FTX-system

Från- och tilluftventilation med värmväxlare

SWEDAC

SWEDAC är en statlig myndighet som bl.a. ackrediterar företag som vill utföra energideklarationer.

⁴ Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vid årsskiftet 2008-2009 kommer Sverige ta nästa steg i kampen om att få ner energianvändningen i landet. Eftersom energianvändningen i Europa ökar kraftigt, har EU bestämt att alla länder i unionen ska ha samma spelregler vad gäller denna användning. Sverige har, i förhållande till flera andra EU-länder, legat på ungefär samma energianvändning de senaste åren men nu är det dags att minska denna användning också.

Bostadsrätter, av taxeringsbeviset bekräftade specialbyggnader såsom bibliotek m.fl., hyresrätter, lokaler som hyrs ut, villor som säljs, samt nya byggnader ska senast den 1 januari 2009 ha en godkänd energideklaration. I energideklarationen ska det finnas en uppgift om byggnadens energiprestanda. Måttet på byggnadens energiprestanda är hur mycket energi en byggnad kräver per uppvärmd yta och år, med enheten [kWh/(m², år)]. Om en byggnads [kWh/(m², år)] tal är högre än snittet för en byggnad av samma typ finns det stor anledning att undersöka vilka åtgärder som kan göras för att minska energianvändningen.

Många av dagens bostadsrätter är uppförda på 50-talet, ett sekel där miljökraven var helt annorlunda från vad de är nu 2008. Av Sveriges totala energianvändning (625TWh, 2006) går 13 % åt till varmvatten och uppvärmning av bostäder och lokaler⁵. Totalt står bostadssektorn för 40 % av all energianvändningen i landet. Ska Sverige minska sin produktion av energi via exempelvis kärnkraft i framtiden är bostadssektorn ett ”måste” att se över. För både miljön och Sveriges ekonomi är det av stor vikt att den totala energianvändningen minskas. I flerbostadshus från 50-talet finns stor potential att göra förbättringar.

1.2 Syfte och målsättning

Syftet med examensarbetet var att vi skulle hjälpa bostadsrättsföreningen Helsingborgshus 4 inför kommande energideklaration, genom att göra en energianalys av de tre byggnader som omfattas. Vi skulle ge medlemmarna åtgärdsförslag för att kunna sänka sin energianvändning för uppvärmning. Målsättningen var att, genom olika åtgärder, få ner energianvändningen till 110 kWh/(m², år), som är nybyggnadskravet.

⁵ SCB, Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus och lokaler 2006*. [Internet]

1.3 Problemformulering

Vi ville ha svar på följande frågor:

1. Vilka åtgärder finns det generellt för att minska energianvändningen i flerbostadshus?
2. Vilka av dessa åtgärder är lönsamma ur ekonomisk synvinkel för Helsingborgshus 4?
3. Är det möjligt att minska energianvändningen till nybyggnadskravet $110 \text{ [kWh/(m}^2, \text{år)]}$ med avseende på punkt 2?

1.4 Avgränsningar

Många byggnader från 50-talet är antagligen uppbyggda på samma sätt, med samma väggar, samma U-värde m.m. som de byggnader vi undersökt. Det hade därför varit intressant att göra en generell plan för vilka rimliga åtgärder som sänker energianvändningen i hus av denna typ. Det ryms tyvärr inte i detta arbete.

Energiberäkningar har endast utförts i ett beräkningsprogram, VIP+.

Vi har inte gjort byggnadsritningar eller färdiga konstruktionslösningar för våra åtgärdsförslag.

1.5 Metod och genomförande

Genom att bygga upp husen i det skick som de är idag i energiberäkningsprogrammet VIP+ fick vi en grund att utgå ifrån när vi skulle beräkna våra åtgärder. För att jämföra om modellerna stämde överrens med verkligheten tog vi med hjälp av Riksbyggen fram förbrukningshistorik av vatten, fjärrvärme och fastighetsel för bostadsrätten.

På stadsarkivet fanns ritningar på byggnaderna. För att kunna göra en modell av byggnaderna i VIP+ var dessa ritningar till stor hjälp. I VIP+ har vi sedan gjort olika simuleringar av åtgärder och analyserat resultaten. Genom olika litterära källor har vi fått grundläggande kunskap och tips om vilka åtgärder som kan göras för att minska åtgången av uppvärmningsenergi. Vi har även genom besök på plats skapat oss en uppfattning om vilka åtgärder som kan vara lämpliga. Prisuppgifter på de olika åtgärderna kommer även de från litterära källor. Övrig hjälp med framförallt VIP+ har vi fått genom intervjuer med vår handledare och ansvarig på Strusoft.

2 Nuläget

2.1 Energianvändning för bostäder, lokaler och varmvatten

Energianvändningen för att värma bostäder, lokaler och tappvatten i Sverige har minskat mellan 2001 och 2006⁶. Den totala energianvändningen inom bostadssektorn är däremot i princip oförändrad. Den lilla minskning som skett är marginell och det finns många faktorer som spelar in för att göra detta möjligt.

Skillnaden i energianvändning är den omstrukturering som gjorts gällande vilken sorts energi det är som används. 2006 gick det åt 81,4 TWh för uppvärmning av byggnader och varmvatten i Sverige⁷. Den totala energikonsumtionen i landet var 625 TWh⁸. Byggnader som uppförs idag har högre ställda krav att vara både bättre isolerade och tätare än byggnader som uppfördes för 10 år sedan då energikraven var lägre. Nybyggda småhus, dvs. villor (ca: 144 m²) köper totalt 15-17000 kWh energi per år vilket kan jämföras med ett rikssnitt på ca: 25000 kWh/år per villa. En snittvilla använder ca: 20000 kWh till uppvärmning och varmvatten. Motsvarande siffra för ett modernt småhus är ca: 13000kWh.⁹ Antalet byggnader ökar kontinuerligt och totalt sett har vi idag fler byggnader att värma än för några år sedan. 2001 fanns i Sverige 658 miljoner m² att värma upp, inkluderat industrifastigheter. Motsvarande siffra 2006 var 670 miljoner m². Samtidigt gick energianvändningen ner till 81,4 TWh från 90,6 TWh.¹⁰

Andra saker som bidrar till att den totala energianvändningen nästan är oförändrad är att elanvändningen i hushållen har ökat kraftigt.¹¹ Fler elektriska apparater genererar mer värme som gör att lokalernas värmesystem inte behöver arbeta lika mycket. Fläktar, pumpar och annan mekanisk apparatur som drivs av el har ökat i antal genom nya alternativa uppvärmningssystem. Värmeåtervinningen i byggnadernas ventilationssystem har effektiviserats och det gör att behovet av tillförd värme reduceras. Det bidrar också till att behovet av kyla ökar och för att tillgodose detta har man kylaggregat som även de, drar elektricitet. Kylning kostar tre gånger mer än uppvärmning¹². Ett EU direktiv som rör nya hushållsmaskiner och hur mycket el dessa får dra är på gång.

⁶ SCB, Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus och lokaler 2006*

⁷ SCB, Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus och lokaler 2006*

⁸ Energimyndigheten (2007), *Energiläget 2007*

⁹ IVA, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (2002), *Energianvändning i bebyggelsen*

¹⁰ SCB, Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus och lokaler 2006*.

¹¹ IVA, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (2002), *Energianvändning i bebyggelsen*

¹² Lars Sentler, professor LTH (2008-05-27)

2.1.1 Bakgrund till energideklarationerna¹³

För att ge läsaren förståelse och grundläggande kunskap om vad en energideklaration är och framför allt vad som är meningen med dem kommer här en beskrivning:

År 2006 tvingades Sveriges riksdag att anta ett miljömål som syftade till att år 2020 och 2050 minska landets energianvändning med 20 % respektive 50 % av 1995 års värde. För att uppfylla dessa mål används bland annat energideklarationer som ett verktyg för att få ner energianvändningen.

En energideklaration vill belysa en byggnads energianvändning och för att göra våra byggnader mer energieffektiva finns lagen om energideklarationer. Denna lag bygger på ett EG-direktiv vars syfte är att göra EU mindre beroende av importerad energi samt att i EU-länderna skapa ett energimässigt hållbart samhälle.

2.1.2 Innehåll i energideklarationerna¹⁴

På Boverkets hemsida kan man läsa om vad som ska ingå i den svenska energideklarationen;

”I en energideklaration ska det enligt lagen (2006:985) om energideklarationer anges:

- 1. en uppgift om byggnadens energiprestanda.*
- 2. om obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystemet har utförts i byggnaden.*
- 3. om radonmätning har utförts i byggnaden.*
- 4. om byggnadens energiprestanda kan förbättras med beaktande av en god inomhusmiljö och, om så är fallet, rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda.*
- 5. referensvärden som gör det möjligt för konsumenter att bedöma byggnadens energiprestanda och att jämföra med andra byggnader. (SFS 2006:985)*

¹³ Boverkets hemsida (2008-04-14) [Internet]

¹⁴ Boverket (2008-04-14) [Internet]

Dessutom tillkommer övriga uppgifter som framgår i förordningen (2006:1592) om energideklARATIONER samt boverkets föreskrifter och allmänna råd (BFS 2007:4) om energideklARATION för byggnader.”

Konkret genomförs energideklARATIONerna av konsulter på olika av SWEDAC ackrediterade företag. Efter det att deklARATIONEN är gjord registreras den hos Boverket och lagras där för att vara underlag till framtida undersökningar samt för ny statistik. Vart 10:e år eller vid försäljning ska det göras en ny energideklARATION.

I flerbostadshus ska ett bevis för en genomförd energideklARATION sitta på ett ställe så att alla kan ta del av den. Ett sådant bevis kan se ut så här:

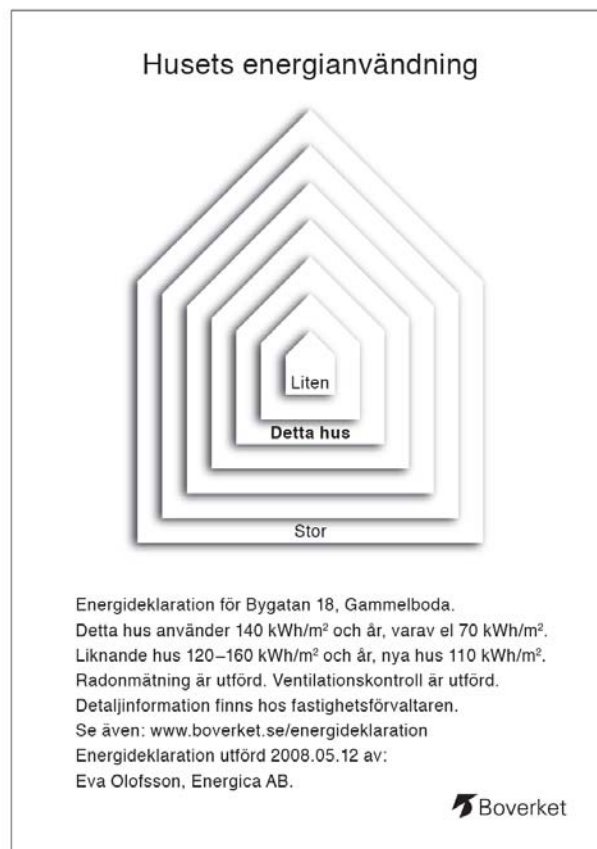


Bild 1 Exempel på skylt för genomförd energideklARATION.¹⁵

¹⁵ Boverket (2008-04-14) [Internet]

3 Teori

3.1 Totala energibehovet ¹⁶

Det totala energibehovet för en byggnad är all energi som går åt till uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten, fastighetsel, hushållsel samt driftel för pumpar och fläktar. Energiförbehovet beräknas av tre olika anledningar.

1. För att bedöma driftkostnaderna.
2. För att avgöra den totala livskostnaden för en energibesparande åtgärd.
3. Dessutom används den som ett mått på om myndigheternas krav på god energihushållning är uppfyllt.

3.2 Värmebalans ¹⁷

För att hålla en jämn och behaglig inomhusmiljö krävs det på våra nordliga breddgrader tillförd energi för att värma byggnaderna, framförallt under vintersäsongen. Man brukar tala om den s.k. eldningssäsongen som sammanfaller med en utomhustemperatur på ca +11 °C. Under sommaren kan det förekomma att byggnaderna behöver kylas, framförallt där det bor många äldre personer, för att hålla en behaglig inomhustemperatur.

Värmeenergiförbehovet för en byggnad är produkten av värmeeffektbehovet och den tid som den verkar. Eftersom utomhustemperaturen varierar med tiden kommer också energiförbehovet variera.

$$E = \int P \cdot dt \quad [\text{Wh}] \quad (1)$$

Värmeenergin som tillförs en byggnad genom värmesystemet måste dels täcka de värmeförluster som försvinner ut genom byggnadens klimatskal och dels för att värma upp ventilationsluften. Värmeförluster på grund av att byggnaden är lufttät ska också täckas in. Detta gäller när utomhustemperaturen är lägre än inomhustemperaturen. Energi behövs även för att värma upp tappvarmvattnet.

Förutom att värmeenergi tillförs genom ett installerat värmesystem, får en byggnad tillskott av värme från solen, elektriska apparater och personer, även kallad gratisenergi. I moderna byggnader finns det ventilationssystem med värmeväxlare som kan återvinna värme ur frånluften.

¹⁶ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

¹⁷ Warfvinge, Catarina (2003), *Installationsteknik AK för V*

Alla dessa komponenter kan sammanfattas i en energibalans ekvation för byggnaden.

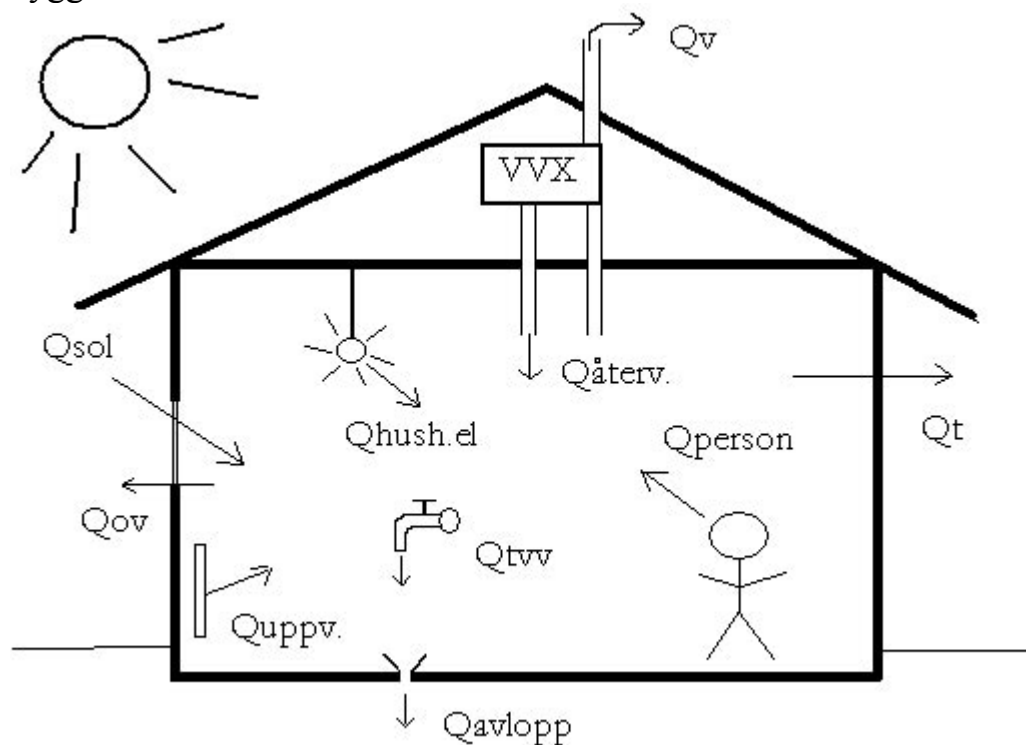


Bild 2 Byggnadens värmebalans när temperaturen är lägre utomhus än vad den är inomhus.

$$\text{Energibalans } Q_{\text{tillförd}} = Q_{\text{förlust}} \quad [\text{W/K}] \quad (2)$$

Mer utvecklad

$$Q_{\text{uppv}} + Q_{\text{person}} + Q_{\text{sol}} + Q_{\text{hush.el}} + Q_{\text{tvv}} + Q_{\text{återv.}} = Q_{\text{t}} + Q_{\text{ov}} + Q_{\text{v}} + Q_{\text{avlopp}} \quad (3)$$

där:	Q_{uppv}	= Uppvärmning genom värmesystemet, [W/K]
	Q_{person}	= Gratisvärmestillskott från personer, [W/K]
	Q_{sol}	= Gratisvärmestillskott från sol, [W/K]
	$Q_{\text{hush.el}}$	= Gratisvärmestillskott från hushållsel, [W/K]
	Q_{tvv}	= Gratisvärmestillskott från tappvarmvattnet, [W/K]
	$Q_{\text{återv.}}$	= Gratisvärmestillskott från återvinning, [W/K]
	Q_{t}	= specifik transmissionsförlust, [W/K]
	Q_{ov}	= specifik läckageförlust, [W/K]
	Q_{v}	= specifik ventilationsförlust, [W/K]
	Q_{avlopp}	= specifik avloppsförlust, [W/K]

3.3 Faktorer som påverkar energibehovet

Energibehovet för en byggnad beror på en rad olika faktorer, allt från brukarens vanor och aktiviteter till byggnadens konstruktion, utformning och placering.

I detta delkapitel beskrivs endast exempel på de viktigaste faktorerna som påverkar energibehovet.

3.3.1 Solinstrålning genom fönster

Genom ett fönster kan det både ske en värmeförlust och ett värmetillskott till byggnaden. Värmeförlusterna beror på ledning, konvektion och på den långvågiga strålningen som passerar ut.

Hur stort solinfallet blir i en byggnad beror på vilken del av året, vilken tid det är och hur omgivningen ser ut. Störst solinfall under sommaren är det på öst och västorienterade fönster. På vår och höst har fönster åt söder störst solinfall. Även fönstrens storlek och placering spelar roll för hur stort solinfallet blir.¹⁸

Värmotillskottet beror på den kortvågiga solstrålningen som passerar in genom fönstret, strålningen transmitteras genom fönstret. Övriga solstrålar reflekteras eller absorberas av fönstret. Absorberingen bidrar till att glasets temperatur stiger, vilket leder till minskat värmeutflöde utåt.¹⁹ Hur mycket som transmitteras, reflekteras eller absorberas beror på fönstrens glastyp, konstruktion och infallsvinkel och strålningens spektralfördelning.

Det finns två sorter av strålning som når ett fönster och det är direkt och diffus strålning. Diffus strålning består av reflekterad strålning från omgivningen och av diffus himmelstrålning. Den direkta solinstrålningen beror på hur högt solen står på himmeln och på solstrålarnas infallsvinkel.

På sommaren kan det uppstå tillfällen då solinstrålningen blir så stor att det leder till överskottsvärme i byggnaden. Denna överskottsvärme kan med hjälp av dyra och energikrävande anläggningar kylas eller med ökad ventilation vädras bort. Det billigaste och enklaste sättet att förhindra överskottsvärme är att använda någon sorts av solavskärmning. Mest effektivt är det att använda utvändiga solavskärmningar i form av markiser eller fasta takutsprång. Invändiga solavskärmningar som rullgardiner, persienner och gardiner är inte lika

¹⁸ Warfvinge, Catarina (2003), *Installationsteknik AK för V*

¹⁹ Sandin, Kenneth (1996), *Värme och fukt*

effektiva eftersom solstrålarna fortfarande når fönstret och kan absorberas och ge tillskott av värme.²⁰

3.3.2 Vind²¹

Vinden påverkar hur stort energibehovet blir. På vindsidan, lovartsidan, av en byggnad skapas ett övertryck på utsidan jämfört med insidan. På läsidan blir det tvärtom ett undertryck på utsidan. På så vis strömmar luften utifrån och in på lovartsidan medan luften sugas inifrån och ut på läsidan. Det är därför viktigt med god täthet i byggnaden för att hålla nere på läckageförlusterna.

3.3.3 Temperatur

Temperaturskillnaden mellan inomhus och utomhus spelar roll för hur stort energibehov blir. Då utomhusluften sjunker i temperatur ökar värmeeffektbehovet och samtidigt ökar värmeenergibehovet, enligt ekvation 1. Värmeeffektbehovet beräknas enligt ekvation 4 i kapitel 3.4.

3.3.4 Isolering

Val av isoleringsmaterial och tjocklek på isoleringen är en viktig faktor för vad byggnadsdelens U-värde blir. U-värdet bestäms med de olika materialens värmeledningstal, mer om hur U-värdet bestäms i kapitel 3.5.1. Material med lågt värmeledningstal är bra ur isoleringsynpunkt, exempel på material med lågt värmeledningstal är mineralull och cellplast. Dessa material måste kompletteras med ett bärande material t.ex. trä, betong eller stål som har betydligt högre värmeledningstal.

3.3.5 Byggnadsutformning och placering

När nya lågenergihus ska utformas läggs allt större vikt på utformning och placering. Genom att optimera husets klimatskal och utformning kan stora energibesparingar göras. Som har beskrivits ovan är det viktigt att klimatskalets olika delar har lågt U-värde och hög lufttäthet. Andelen fönster och deras orientering är också viktig ur energisynpunkt. Om det är möjligt ska fönster på norrsidan minimeras eftersom det är begränsad solinstrålning på den sidan. Fler faktorer som påverkar energianvändningen i positiv bemärkelse är låg rumshöjd, antal våningsplan och obetydliga köldbryggor. En kompakt form på byggnaden med få utstickande delar är en förutsättning för att begränsa energianvändningen.²²

Genom att placera byggnaden i en gynnsam miljö med stor möjlighet till solinstrålning och begränsad vindpåverkan kan energibehovet reduceras.

²⁰ Warfvinge, Catarina (2003), *Installationsteknik AK för V*

²¹ Boverket (2007), *Byggnader i förändrat klimat*

²² Isover (2007), *IsoverBoken*

3.3.6 Brukarens vanor

De boendes vanor spelar också en roll för hur stort det totala energibehovet blir. Hushållselen betalas i de flesta hushåll av de boende själva. I hushållselen ingår all el till hushållets elektriska apparater och belysning. I snitt förbrukas det i en lägenhet 35-45 kWh/(m², år) hushållsel²³. Övriga beteenden som påverkar den totala energianvändningen är användning av varmvatten, vädring, solskydd (markis/persienn) och inställning av radiatorer. Dessa kostnader betalar sällan de boende själva för, då de oftast är inbakade i hyran.

3.4 Värmeeffektbehov²⁴

För att beräkna energibehovet enligt ekvation 1 måste värmeeffektbehovet först bestämmas. En byggnads värmeeffektbehov vid en aktuell temperaturskillnad mellan inomhus och utomhus kan beräknas med ekvation 4. En förutsättning för att använda sambandet är att inomhustemperatur och frånlufttemperatur är lika.

$$P = Q_{\text{tot}} (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}}) - P_{\text{gratis}} \quad [\text{W}] \quad (4)$$

där: P_{gratis} = gratis effekt enligt ekvation 12.

$$Q_{\text{tot}} = Q_t + Q_{\text{ov}} + Q_v \quad [\text{W/K}] \quad (5)$$

där: Q_t = specifik transmissionsförlust enligt ekvation 6
 Q_{ov} = specifik läckageförlust enligt ekvation 11
 Q_v = specifik ventilationsförlust enligt ekvation 10

Vid dimensionering av värmesystemet ska bara förlusttermerna beräknas. Dessutom ska utomhustemperaturen bestämmas med den dimensionerade utomhustemperaturen, DUT, för orten där byggnaden är placerad. DUT beräknas med hjälp av ortens normaltemperatur i januari och byggnadens värmetröghetstal, även kallad tidskonstant. Beräkningar utförs enligt Svensk Standard SS024310 och behandlas inte vidare i denna rapport.

3.5 Energiförluster

3.5.1 Transmissionsförluster

När värme försvinner ut genom byggnadens klimatskal talar man om transmissionsförluster. Det kan vara genom väggar, tak, grund, fönster och

²³ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

²⁴ Warfvinge, Catarina (2003), *Installationsteknik AK för V*

dörrar. Transmissionsförlusterna påverkas av klimatskalets U-värde och area. För att minska på transmissionsförlusterna måste byggnadens klimatskal utformas så att U-värdet på alla specifika byggnadsdelar blir så låg som möjligt, se kapitel 3.8.2 för krav på U-värdet. Förlustfaktorn för köldbryggor ska också räknas med.²⁵

$$Q_t = \sum_j U_j \cdot A_j + Q_k \quad [\text{W/K}] \quad (6)$$

där: U_j = respektive byggnadsdels U-värde, $[\text{W/m}^2\text{K}]$
 A_j = respektive byggnadsdels yta, $[\text{m}^2]$
 Q_k = förlustfaktorn för köldbryggor, $[\text{W/K}]$

U-värdet eller värmegenomgångskoefficienten bestäms med materialets tjocklek (d) och dess praktiska värmekonduktivitetstal (λ_p), även kallad värmeledningstal. Först beräknas värmeövergångsmotståndstalet (R_p) med ekvationen.

$$R_p = \frac{d}{\lambda_p} \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (7)$$

Värmeledningstalet (λ_p) för ett material ska vara så låg som möjligt för att ge bäst isoleringsförmåga.

Enligt BBR ska ett extra värmeövergångsmotstånd räknas med på både in- och utsidan av en vägg, tak och golv. R_{si} är det extra värmeövergångsmotstånd på insidan och R_{se} är för utsidan.

$$\begin{array}{ll} \text{Vägg: } R_{si} = 0,13 [\text{m}^2\text{K/W}] & \text{Tak: } R_{si} = 0,10 [\text{m}^2\text{K/W}] \\ R_{se} = 0,04 [\text{m}^2\text{K/W}] & R_{se} = 0,04 [\text{m}^2\text{K/W}] \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Golv: } R_{si} = 0,17 [\text{m}^2\text{K/W}] \\ R_{se} = 0,04 [\text{m}^2\text{K/W}]^{26} \end{array}$$

Därefter beräknas U-värdet för hela byggnadsdelen med ekvationen

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se}} \quad [\text{W/m}^2, \text{K}] \quad (8)$$

²⁵ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

²⁶ Swedisol – *Isolerguiden bygg 06:1* (2008-05-26)

Denna ekvation gäller bara när materialskikten ligger parallellt med varandra och vinkelrätt mot värmeflödet. Då det i byggnaden finns exempelvis reglar och mineralull i väggarna bildas ett sammansatt skikt av dessa material och då beräknas U-värdet med U-värdesmetoden och λ -värdesmetoden. Dessa två metoder ska viktas mot varandra enligt BBR eftersom U-värdesmetoden underskattar och λ -värdesmetoden överskattar U-värdet.²⁷

3.5.1.1 Köldbryggor

En köldbrygga är en konstruktionsdetalj där ett material med dålig värmeisolering bryter helt eller delvis igenom ett material med bättre värmeisolering. En köldbrygga medför att byggnadens värmeförluster ökar. Förutom ökad värmeförlust medför en köldbrygga andra negativa effekter som nedsmutsning, lokal sänkning av temperatur på en viss yta där kondens kan uppstå. Smuts bildas snabbare på kallare ytor än varma.²⁸

Det finns fyra olika typer av köldbryggor i en byggnad:²⁹

- Konstruktiva köldbryggor
- Geometriska köldbryggor
- Punktköldbryggor
- Köldbryggor som uppstår p.g.a. genomföringar för installationer.

Konstruktiva köldbryggor är dolda och en del av konstruktionen, t.ex. träreglar, kramlor och spikar.

De geometriska köldbryggorna uppstår vid en geometrisk förändring i klimatskalet. Exempel på geometriska köldbryggorna är utåtgående hörn, olika anslutningar i ytterväggen i form av mellanbjälklag, tak, grund, tjockare innerväggar, balkonger, fönster och dörrar.

En punktköldbrygga är där tre konstruktionsdetaljer ansluter varandra, t.ex. där vägghörn möter tak. Punktköldbryggor och köldbryggor som uppstår efter genomföringar av rör och elledningar är oftast så små så de kan försummas helt i beräkningarna.

Vid beräkningar av de konstruktiva köldbryggorna används U-värdesmetoden och λ -värdesmetoden för att beräkna konstruktionens sammansatta värmegenomgångstal vilket leder fram till U_{korr} -värdet.

²⁷ Sandin, Kenneth (1996), *Värme och fukt*

²⁸ Sandin, Kenneth (1996), *Värme och fukt*

²⁹ Energilotsen (2007), *Handledning för byggnadskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser*

De geometriska köldbryggorna beräknas med ett Ψ -värdet (gaffelvärde) för den extra värmeförlust som uppstår vid köldbryggan och anges i [W/m, K]. För att få den specifika förlustfaktorn måste Ψ -värdet multipliceras med köldbryggans längd.

$$Q_k = \psi_k \cdot l_k \quad [\text{W/K}] \quad (9)$$

Ψ -värdet eller det extra värmeflödet som sker i en köldbrygga beräknas med fördel i ett datorprogram för mer exakta värden. Det finns metoder för att bestämma Ψ -värdet med handberäkningsmetoder men det behandlas inte i denna rapport.

3.5.1.2 Fönster

Värmeförlusterna genom fönstren beräknas på samma sätt som övriga byggnadsdelar. U-värden fås av tillverkaren och avser hela fönstret med karm och båge. Arean bestäms med karmyttermåtten. Köldbryggorna beräknas separat enligt tidigare beskrivning.

Det finns idag lågenergifönster på den svenska marknaden med U-värde ner till $0,8 \text{ W/m}^2, \text{ K}$. Lågenergifönster är normalt uppbyggd med två eller tre glas med ett lågmissionsskikt på det innersta glaset. Luftrummen mellan glaset är fylld med krypton eller argongas. Lågenergifönster släpper in den kortvågiga strålningen och hindrar den långvågiga värmestrålningen att läcka ut. Det är fönstrets G-värde som avgör hur mycket solenergi som släpps in genom fönstret. G-värdet ska räknas av från fönstrens värmeförluster i en korrekt energibalansberäkning, detta görs lämpligast i ett energiberäkningsprogram som behandlar fönstrens G-värde.³⁰

Det är viktigt att drevning och montering sker på ett korrekt sätt så att köldbryggorna kan minimeras. Placeringen i väggen är också viktig. Placeras fönstren längre in minskar risken för köldbryggor och ytkondens eftersom fönstren ligger i den varma delen av väggen, delvis innanför isoleringen.³¹

3.5.2 Ventilationsförluster

En byggnad måste ventileras för att hålla inomhusluften fri från föroreningar. Då den varma förorenade inomhusluften ersätts med kallare utomhusluft uppstår det en värmeförlust. Med återvinning minskar ventilationsförlusterna.

³⁰ Velfac (2008-05-03) [Internet]

³¹ Nevander, Lars-Erik och Elmarsson, Bengt (2006), *Fukthandbok*

I avsnitt 6:25 i BBR ställs krav på ventilationsflödet.³²

”6:251 Ventilationsflöde

Ventilationssystem skall utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s per m² golvarea. Rum skall kunna ha kontinuerlig luftväxling när de används. I bostadshus där ventilationen kan styras separat för varje bostad, får ventilationssystemet utformas med närvaro- och behovsstyrning av ventilationen. Dock får uteluftsflödet inte bli lägre än 0,10 l/s per m² golvarea då ingen vistas i bostaden och 0,35 l/s per m² golvarea då någon vistas där. (BFS 2006:12)”

Ventilationsförlusterna beräknas med följande ekvation.³³

$$Q_v = q_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot (1 - v) \cdot d \quad [\text{W/K}] \quad (10)$$

där: q_v = luftflöde, [m³/s]
 ρ = luftens densitet, normalt [1,2 kg/m³]
 c_p = luftens värmekapacitet, normalt [1000 J/kg, K]
 v = verkningsgrad för ventilationens värmeåtervinning, -
 d = relativ drifttid för ventilationsaggregat, vid ständig drift är $d = 1$, -

3.5.3 Läckageförluster

Läckageförluster, även kallade okontrollerade ventilationsförluster, uppstår när kall uteluft läcker in genom otätheter i klimatskalet.

Läckageförlusterna beräknas med följande ekvation.³⁴

$$Q_{ov} = q_{ov} \cdot \rho \cdot c_p \quad [\text{W/K}] \quad (11)$$

där: q_{ov} = okontrollerat luftflöde, [m³/s]
övriga beteckningar enligt ovan

I byggnader med FT- och FTX-system är det viktigt att all tilluft går via värmeväxlaren för att dessa system ska fungera så optimalt som möjligt. Övriga ventilationssystem där tilluften tas in via uteluftsdon i fasaden är inte krävet på täthet lika stort eftersom tilluften sugas in på grund av tryckskillnader mellan ute och inne.

³² Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*

³³ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

³⁴ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

3.5.4 Spillvärme

Idag går ca 20 % av all energi i villor åt för att värma upp tappvarmvattnet. För flerbostadshus är samma siffra något högre.³⁵ Tyvärr går nästan all denna energi ut som en förlust via avloppsnätet. I nyproducerade hus finns det exempel på att avloppsvärmeväxlare har installerats med varierad lönsamhet. Tumregeln är att ju större byggnadens varmvattenförbrukning är, desto större lönsamhet kan en avloppsvärmeväxlare ge.³⁶

3.6 Energitillskott – gratisvärme³⁷

Förutom värmeförsel från ett installerat uppvärmningssystem värms en byggnad upp med s.k. gratisvärme. Gratisvärme är ett värmeförsel som tillförs byggnaden oavsett om byggnaden behöver värmas upp eller inte. Om en byggnad behöver kylas t.ex. på sommaren så är gratisvärmens negativ. Gratisvärme är värme som alstras från solinstrålning, människor, apparater, belysning m.m. Gratisvärmens är således inte helt gratis eftersom om vi skulle stänga av alla funktioner för att vistas i bostäderna skulle det krävas mer värmeenergi från värmesystemet istället.

Storleken på gratisvärmeeffekten är oftast okänd däremot finns normalvärden för gratisvärmeenergin, E_{gratis} , att tillgå. Värdena kan skilja en hel del beroende på användning och utformning av bostäderna.

För en lägenhet eller ett småhus gäller per år:

- Personer 500-3000 kWh
- Hushållsel 1500-3000 kWh
- Solinstrålning 1000-3000 kWh

Personer och hushållsel får ej tillgodoräknas när den specifika energianvändningen ska räknas ut enligt 3.8.1.

Om ett antagande om att värmeenergin är jämt fördelat över årets timmar, 8760, kan gratisvärmeeffekten beräknas.

$$P_{\text{gratis}} = \frac{E_{\text{gratis}}}{8760} \quad [\text{W}] \quad (12)$$

³⁵ Energimyndigheten (2006), *Effektiva kranar sparar energi* [Internet]

³⁶ Jonsson, Richard (2005), *Avloppsvärmeväxlare i bostadshus*[Internet]

³⁷ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

3.7 Energiberäkningsmetoder³⁸

Energibehovet för en byggnad kan beräknas antingen med handberäkningar eller med hjälp av olika avancerade datorberäkningsprogram. Ett exempel på handberäkningsmetod är att uppskatta energibehovet med hjälp av gradtimmar, graddagar eller troligare gradmånader. Mer om den metoden beskrivs i kapitel 3.7.1. Det finns en del nackdelar med denna metod och den främsta är bristande noggrannheter i beräkningen. Andra nackdelar är att energibehovets fördelning över året inte syns och att innetemperaturen inte beräknas.

Datorberäkningsprogrammen kan delas in i två kategorier, enklare och avancerade simuleringsprogram. De enklare beräkningsprogrammen ger ett ungefärligt uppvärmningsbehov fördelat över året. Solinfallet beräknas också men kan vara schablonvärden. Nackdelen med de enklare beräkningsprogrammen är att ingen hänsyn tas till värmelagring i byggnaden samt att innetemperaturen inte beräknas.

De mer avancerade beräkningsprogrammen kräver mer indata och kunskap om programmet. Fördelen är att programmen kan redovisa energiflöden timme för timme över året. De tar även hänsyn till värmelagring, interna laster, solinstrålning, vindbelastning, intern termik och utomhustemperatur utifrån verkliga väderdata

3.7.1 Gradtimmemetod³⁹

Gradtimmemetoden är en enkel handberäkningsmetod för att uppskatta energibehovet för en byggnad.

Gratisvärmern gör så att värmesystemet kan stängas av innan den önskade inomhustemperaturen är uppnådd. Den temperatur där värmesystemet kan stängas av kallas gränstemperatur och kan beräknas med följande formel.

$$T_{\text{gräns}} = T_{\text{inne}} - \frac{P_{\text{gratis}}}{Q_{\text{tot}}} \quad [\text{K}] \quad (13)$$

Med lite omskrivningar kan det aktuella värmeeffektbehovet nu uttryckas som specifika värmeförlusten multiplicerat med temperaturskillnaden mellan gränstemperaturen och den aktuella utomhustemperaturen.

$$P = Q_{\text{tot}} (T_{\text{gräns}} - T_{\text{ute}}) \quad [\text{W}] \quad (14)$$

³⁸ Bülow-Hübe, Helena, *Beräkning av årsenergibehov* [Internet- Föreläsningsmaterial]

³⁹ Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*

Utnyttjas ekvation 1 kan värmeenergi behovet skrivas som

$$E = Q_{\text{tot}} \int_{\text{året}} (T_{\text{gräns}} - T_{\text{ute}}) \cdot dt \quad [\text{Wh}] \quad (15)$$

Från denna ekvation kan värmeenergi behovet beräknas med tabellvärden från så kallade gradtimmetabeller. Gradtimmar anger det specifika värmeenergi behovet och med det menas att summan av temperaturskillnaden mellan inne- och uteluft multipliceras med den tid där skillnaden råder.

$$G_t = \int_{\text{året}} (T_{\text{gräns}} - T_{\text{ute}}) \cdot dt \quad [\text{Kh}] \quad (16)$$

Ingångsdata i gradtimmetabeller är den aktuella ortens normalårstemperatur och den aktuella byggnadens gränstemperatur enligt ekvation 13. Gradtimmetabeller finns för beräkning både för ventilations- och transmissionsförluster samtidigt men också för separata beräkningar.

Det totala energi behovet under ett år blir de specifika värmeeffekt förlusterna multiplicerat med gradtimmar.

$$E = Q_{\text{tot}} \cdot G_t \quad [\text{Wh}] \quad (17)$$

3.7.2 Om beräkningsprogrammet VIP+⁴⁰

Vi har valt att utföra våra energiberäkningar i VIP+ från Strusoft. VIP+ har funnits sen 20 år tillbaka och tillhör kategorin avancerade simuleringsprogram. Programmet är avsett för att beräkna energianvändningen i en byggnad. För att ge mer exakt resultat beräknas energianvändningen för var timme p.g.a. att byggnadens energitekniska funktion, driftförhållanden och klimat varierar med tiden. Lönsamhetsberäkningar utförs inte i VIP+ utan görs separat med vald metod enligt kapitel 3.9.

⁴⁰ StruSoft (2006), *VIP+ Manual version 5.0.0 Svensk*

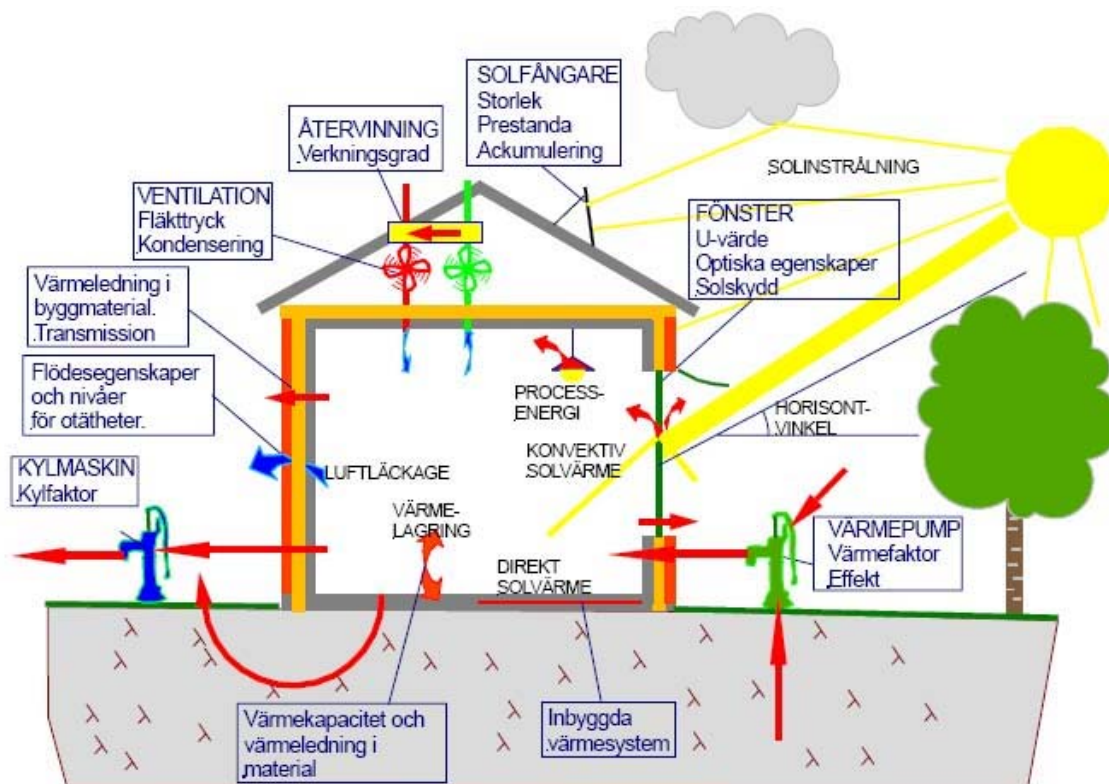


Bild 3 visar de energiflöden som VIP+ behandlar i sina beräkningar⁴¹

Innan beräkningar kan utföras måste en del parametrar definieras under indata-menyn i programmet.

Först bestäms vilken klimatfil, vilken ort, som ska användas i beräkningarna. Därefter ska allmän data anges och det är uppgifter om byggnadens golvarea, horisontvinkel, solreflektion från mark, vindhastighet, ventilationsvolym och antal lägenheter.

Själva modellen av huset byggs upp med hjälp av en byggdelskatalog. I byggdelskatalogen har de olika byggnadsdelarna definierats med hjälp av en materialkatalog. Efter det ska uppgifter om area och orientering (väderstreck) av byggnadsdelarna anges.

Övriga uppgifter som ska anges och som har betydelse för energianvändningen är uppgifter om ventilationssystemet, installationssystemet och driftförhållandena.

⁴¹ StruSoft (2006), *VIP+ Manual version 5.0.0 Svensk*

3.8 BBR:s krav på energihushållning – bostäder⁴²

Vid nybyggnation ställs två krav i BBR som berör energihushållningen. Det första är kravet på specifik energianvändning och det andra är kravet på klimatskärmens U-medelvärde.

Enligt BBR 12 avsnitt 9:2 ser kraven för bostäder ut som följande.

”9:2 Bostäder

Bostäder skall vara utformade så att byggnadens specifika energianvändning högst uppgår till 110 kWh per m² golvarea (A_{temp}) och år i klimatzon söder och 130 kWh per m² golvarea (A_{temp}) och år i klimatzon norr.

För en- och tvåbostadshus med direktverkande elvärme som huvudsaklig uppvärmningskälla får byggnadens specifika energianvändning högst uppgå till 75 kWh per m² golvarea (A_{temp}) och år i klimatzon söder och 95 kWh per m² golvarea (A_{temp}) och år i klimatzon norr. (BFS 2006:12)

Allmänt råd

I byggnadens specifika energianvändning ingår inte hushållsel. (BFS 2006:12)

Garage skall inte medräknas i golvarean A_{temp}. Byggnadens specifika energianvändning får reduceras med energi från i byggnaden installerade solfångare och solceller. Den högsta genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten (U_m) får för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden (A_{om}) inte överskrida 0,50 W/m²K. För byggnader som innehåller både bostäder och lokaler viktas kraven i proportion till golvarean (A_{temp}). (BFS 2006:12)”

3.8.1 Specifik energianvändning

En kort förklaring för hur den specifika energianvändningen bestäms är att byggnadens energianvändning under ett normalår delas med golvarean A_{temp}. Enheten är [kWh/(m², år)] och ger en god uppfattning om byggnadens energiprestanda. Byggnadens energianvändning under ett normalår är den energi som levereras (köpt energi) till byggnaden för uppvärmning, tappvarmvatten, drift, kyla och övrig fastighetsel. Hushållselen ingår inte i byggnadens specifika energianvändning.

Med energianvändning ett normalår menas att energianvändningen korrigeras med hänsyn till skillnader i klimatet mellan uppmätningstillfälle och ett

⁴² Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*

normalår. Det är även tillåtet att korrigera för onormal användning av tappvarmvatten och onormal vädring.

3.8.2 U-medelvärde

För att säkerställa att klimatskärmen inte blir för dålig finns det en maxgräns för U-medelvärdet, U_m . Det högsta tillåtna värdet för nya bostäder är $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.

U-medelvärdet beräknas med följande ekvation:

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j}{A_{om}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (18)$$

- där:
- U_i = Värmeövergångskoefficient för byggnadsdel i , $[\text{W/m}^2\text{K}]$
 - A_i = Arean för byggnadsdelens i yta mot uppvärmd inneluft. För fönster, dörrar, portar och dylikt beräknas A_i med karmyttermått. $[\text{m}^2]$
 - Ψ_k = Värmeövergångskoefficienten för den linjära köldbryggan k $[\text{W/mK}]$.
 - l_k = Längden mot uppvärmd inneluft av den linjära köldbryggan k , $[\text{m}]$.
 - χ_j = Värmeövergångskoefficienten för den punktformiga köldbryggan j $[\text{W/K}]$.
 - A_{om} = Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelars ytor mot uppvärmd inneluft. Med omslutande byggnadsdelar avses sådana byggnadsdelar som begränsar uppvärmda delar av bostäder eller lokaler mot det fria, mot mark eller mot delvis uppvärmda utrymmen. $[\text{m}^2]$

3.9 Investeringsbedömning

3.9.1 Förenklad LCC-metod⁴³

Det finns olika metoder för att se huruvida en energieffektiviseringsåtgärd betalar sig rent ekonomiskt. Det vanligaste beräkningssättet är genom en s.k. LCC-metod (*Life Cycle Costs*), fast en för bostadssektorn förenklad variant utan ränta. LCC-metoden strävar efter att synliggöra en produkt/åtgärds kostnader under hela dess livslängd. Att använda hela den riktiga LCC-metoden bedöms vara för komplicerat för fastighetsägare i allmänhet.

⁴³ Sandberg, Eje et al (2005), *Förslag till svensk metodik*

Den förenklade analysen ser ut så här:

$$\frac{\text{Livslängd} \times \text{Årligbesparing}}{\text{Investering}} > 1,33 \quad (19)$$

Exempelvis har en åtgärd med en beräknad livslängd på 20 år och återbetalningstiden 15 år värdet 1,33. Siffran 1,33 är ett förslag från ATON Teknikkonsult AB.

3.9.2 Pay back-metoden⁴⁴

Den lättaste formen av investeringskalkyl är Pay back-metoden. Denna metod går ut på att ta reda på hur lång tid det tar för den årliga vinst en åtgärd skapar att täcka grundinvesteringen. Pay back-metoden kan ses som en starkt likviditetsinriktad metod, då denna främjar alla åtgärder som har kort återbetalningstid.

Pay back-metoden tar inte hänsyn till räntan på det investerade kapitalet och kan därför uppfattas som en tvivelaktig metod att göra en slutkalkyl på. Det betalningsöverskott som kommer in efter det att åtgärden är betald är heller inget Pay back-metoden registrerar. Pay back-metoden används bäst som en överslagsberäkning för att skilja ut alternativ med alltför lång återbetalningstid.

$$\text{Pay back - tid} = \frac{G}{a} \quad [\text{år}] \quad (20)$$

där: G = Grundinvestering [kr]
a = årligt inbetalningsöverskott [kr/år]

⁴⁴ Persson, Ingvar och Nilson, Sven-Åke (2001), *Investeringsbedömning*

4 Effektiviseringsåtgärder

Det finns tre typer av åtgärder som används för att få ner den totala energianvändningen:

- **Styr och reglertekniska åtgärder.** Dessa åtgärder innebär att vi installerar eller uppdaterar de system som finns i våra byggnader. Exempel på en reglerteknisk åtgärd är att ställa in eller uppdatera en byggnads uppvärmningssystem så att detta snabbare reagerar på temperaturskillnader och kan åtgärda detta. Med hjälp av reglertekniken kan vi snabbare få veta vad som är fel och på detta vis kan på sikt energi sparas.
- **Installationstekniska åtgärder** innebär att komponenter installeras som sparar energi t.ex. lågenergilampor och snålspolande blandare. Saker som att isolera rör med hög yttemperatur och att införa individuell mätning av rumsvärme och varmvattenförbrukning går också under installationstekniska åtgärder.
- **Byggnadstekniska åtgärder** innebär att man ser över klimatskalet och tätar där det finns luftläckage och tilläggsisolerar väggar och vindsbjälklag.

De två första åtgärderna anses som relativt ”lätta” att utföra för att få ner den totala energianvändningen. De byggnadstekniska åtgärderna är svårare att utföra, se kapitel 4.2.

4.1 Hushållsel⁴⁵

Elanvändning handlar till skillnad från förlust av värmeenergi till stor del om den livsstil de boende har. Vi har utgått från energimyndighetens råd och tips på åtgärder för att minska elanvändningen. Dessa åtgärder är dock starkt generella så det är viktigt att anpassa åtgärderna efter sitt eget hus exempelvis om man har vattenkokare o.s.v.

- Byta till lågenergilampor.
- Släcka lampor i rum där ingen befinner sig.
- Låt inte TV, video och andra apparater stå på ”stand-by”. I ”stand-by-läge” drar apparaten fortfarande ström.
- Använd vattenkokare och mikrovågsugn istället för spisen, när det är möjligt.

⁴⁵ Energimyndigheten (2008-05-09) [Internet]

- Håll kylens och frysens baksidor rena från damm, för bästa funktion.
- Låt varm mat bli kall innan du ställer den i kylskåpet.
- Fyll alltid tvättmaskinen.
- Använd inte torktumlare och torkskåp om det inte är tvunget.
- Köp vitvaror med den bästa energiklassningen.

Hushållens elanvändning är dock inget vi tar upp grundligare i detta arbete.

4.2 Klimatskal

Mot de värmeenergiförluster som sker genom klimatskalet finns det olika åtgärder att vidta. Dessa är av byggnadsteknisk karaktär och mer kostsamma än de installations och reglertekniska åtgärderna.

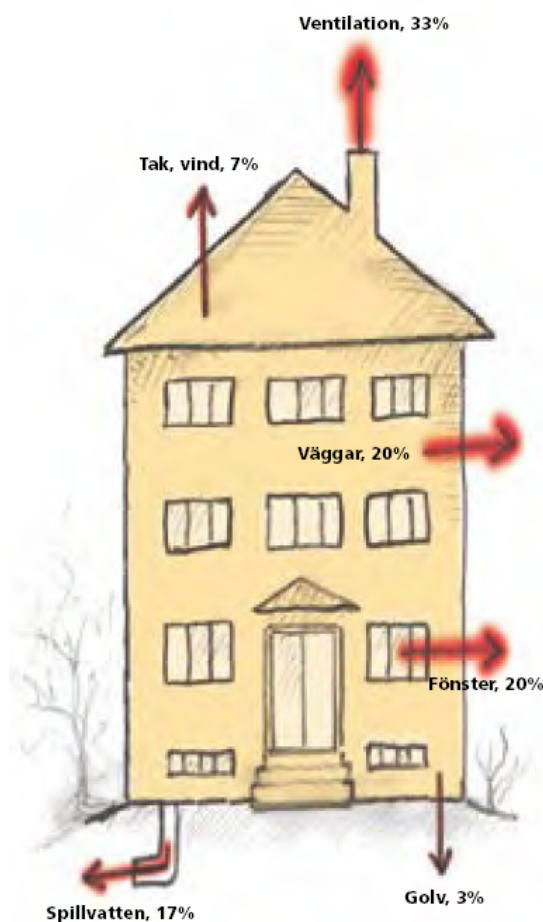


Bild 4 Principskiss för värmeförluster i ett äldre flerbostadshus.⁴⁶

⁴⁶ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

Exempel på vanliga åtgärder som förbättrar klimatskalet är:

- Tilläggsisolering av ytterväggar. Kan göras på insida och utsida av yttervägg. Vid utvändig tilläggsisolering används cellplast eller mineralull och invändig oftast mineralull. Utvändig tilläggsisolering anses vara bättre än invändig p.g.a. att denna gör hela väggen varmare och risker för fuktproblem minimeras. Vid isolering på insidan görs avbrott vid bjälklag och innerväggar som möter ytterväggen. Att isolera invändigt medför att väggen blir kall och risken för fuktproblem och utvändig frostsprängning blir större.⁴⁷
- Byte av fönster. Gamla och dåliga fönster släpper ut mycket värme och dessa kan bytas mot moderna 2 eller 3-glasfönster med olika ytskikt och innehållande gaser som inte leder värme. Bra nya energifönster har U-värde 0,9-1,2 W/(m², K) jämfört med gamla 2-glas fönster som kan ha U-värde mellan 2,8-3,0 W/(m², K) eller gamla 3-glas fönster 1,8-2,0 W/(m², K).
- Eftersom värme stiger uppåt är tilläggsisolering av vinden en bra åtgärd att genomföra. Denna åtgärd kan ge en stor besparing ekonomiskt. Vindsbjälklaget bör innehålla 400-500 mm isolering⁴⁸. Om vinden har förråd kan tilläggsisoleringen bli lite mer komplicerad och önskar man bruka vinden som förråd efter en tilläggsisolering får man bygga upp ett nytt golv ovanpå isoleringen, med priset av en något lägre takhöjd. Den ökade isoleringen innebär onekligen att vinden blir kallare och risken för kondens blir större. Vid ett nytt golv ovanpå den nya isoleringen får man vara observant så det inte blir kondens på undersidan av detta.
Om det anses omöjligt att tilläggsisolera på ovansidan p.g.a. förråden finns det möjlighet att isolera på undersidan. Nackdelen är att då att man måste in i varje lägenhet och tilläggsisolera. För att få lönsamhet i detta bör det göras i samband med invändig renovering, dessutom sänks takhöjden i lägenheterna.
- Isolering av golv/källargolv. En åtgärd som är svårare att genomföra än att tilläggsisolera vinden. Ska det göras på betonggolv, platta på mark blir det på insidan och oftast som ett flytande golv med cellplast som isolerande skikt. Åtgärden kan medföra risk för fuktproblem.

⁴⁷ Nevander, Lars-Erik och Elmarsson, Bengt (2006), *Fukthandbok*

⁴⁸ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

- Byte av lister runt fönster och dörrar. Att ett hus är tätt är mycket viktigt för att undvika köldbryggor där kall luft strömmar in.
- Tilläggsisolering av källarvägg. Kan göras på både ut och insida. Utvändig isolering fungerar i praktiken så att man gräver runt byggnaden och isolerar. Detta är det bästa alternativet och en bonus är att också dräneringen kan göras om, om den skulle ha blivit dålig. Detta är en åtgärd som kan vara bra ur fuktsynpunkt, då den extra utvändiga isoleringen gör att väggen blir varmare. Av hela källarväggen är det den del som sticker upp från marken och den del som ligger precis under markytan som släpper igenom mest värme. Vid isolering på insidan bör man tänka på att inte göra isoleringen för tjock (max 70mm) eftersom detta kan medföra risk för fuktskador. En vägg som är fuktig behöver inte innebära några problem p.g.a. att fukten kan avdunsta från insidan. Då denna isoleras för mycket kommer fukten bli ett problem i konstruktionen.⁴⁹

4.3 Ventilation⁵⁰

Det finns olika typer av ventilationssystem och det vanligaste för äldre flerbostäder är S-system. Detta system bygger på att luft kommer in i byggnaden genom spaltventiler i fönstren eller genom väggventiler. Luften lämnar byggnaden genom stående kanaler som går ut på taket. Drivkraften i detta system är temperaturskillnaden mellan inne och uteluft. Då man sätter in en mekanisk fläkt i t.ex. badrummet för att skynda på vädringen kallas systemet för förstärkt självdrag. Detta kan dock vara farligt eftersom fuktig luft från badrummet eventuellt transporteras i samma kanaler som annan frånluft och kan pressas ut i otätheter och skapa fuktproblem i andra delar av byggnaden. Då en byggnad har ett S-system lönar det sig sällan rent ekonomiskt att göra åtgärder åt ventilationen för att få ner energianvändningen. Det kan dock förekomma att ett FTX-system ändå installeras i byggnader som har problem med inomhusmiljön. Då kan man dra kanalerna i sopnedkassen, som ej används längre.

F-system är ett annat vanligt ventilationssystem. Luften sugas ut ur byggnaden med hjälp av fläktar. Ibland kan viss återvinning förekomma, då man låter frånluften genom en sista kanal gå till en värmeväxlare som använder värmen till uppvärmnings- eller tappvarmvattensystemet.

⁴⁹ Nevander, Lars-Erik och Elmarsson, Bengt (2006), *Fukthandbok*

⁵⁰ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

Byggnader som har FT-system har oftast återvinning också. Det kallas då för ett FTX-system. Ett FTX-system kräver tack vare sina två fläktar och värmeåtervinningsaggregat mer el än något av ovanstående system. Underhållet är också mer omfattande än hos ett vanligt F-system. Vinsten med ett FTX-system är den höga verkningsgraden på återvinningen som bör ligga på minst 75 %. Om byggnaden är tillräckligt tät gör detta system att all ventilation sker helt kontrollerat.

I ett FTX-system bör alla kanaler vara isolerade för att kunna återvinna all värme ur frånluften. Tilluftkanalerna är också viktiga att isolera eftersom tilluften annars kan värmas upp eller kylas av på väg fram till inblåsningstället⁵¹.

4.4 Fastighetsel

Fastighetsel är den el som går åt till fastighetens drift, t ex allmän belysning, hissar, fläktar, pumpar och gemensamma tvättstugor och utrymmen. Beroende på när byggnaden är uppförd och vilken standard den håller kan förbrukningen variera mellan 5-55 kWh/m².⁵² Byggnader med S-system drar generellt mindre fastighetsel.

Allmänna råd för att få ner fastighetselen är att välja energisnåla maskiner vid byte av tvätt- och torkutrustning i tvättstugan. Även vattenförbrukningen kan minska med nya maskiner. Belysningen kan också effektiviseras genom att byta till lågenergilampor och genom att installera närvarostyrning i trapphusen. I vissa flerbostadshus finns det elvärmekablar i stuprör och liknande. Genom att styra att de bara är inkopplade vid behov istället för hela året kan el sparas in.⁵³

4.5 Värmesystem

De flesta bostäder värms idag upp genom ett vattenburet system eller system med direktverkande el. Värmekällorna kan variera mellan central uppvärmning, fjärrvärme, och lokal uppvärmning genom t ex värmepump eller oljepannor. Oavsett vilket system som används är det viktigt att inställningarna för systemen är rätt. Med åren kan det bli obalans i systemen som gör att temperaturerna i olika delar av byggnaderna kan skilja, vilket leder till att vissa delar får en temperatur över det önskvärda. Genom att sänka inomhustemperaturen med en grad kan värmekostnaderna minska med 5 %.⁵⁴

⁵¹ Isover (2007), *IsoverBoken*

⁵² Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

⁵³ Sanberg, Eje et al (2007), *Metoder för besiktning och beräkning*

⁵⁴ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

Cirkulationspumparna i de vattenburna systemen ska ses över så att de är rätt inställda och att de bara är i drift när det finns ett värmebehov. Vidare rekommenderas att installera termostatventiler till radiatorerna som kan strypa tillförseln av värme när temperaturen ökar på grund av gratisvärme i rummet. På så vis undviker man även övertemperatur.

Finns möjlighet kan värmesystemen kompletteras med bergvärme och/eller solvärme som är förnybara energikällor. Bergvärme är en relativt dyr investering men kan vid rätt dimensionering täcka upp till 90 % av värme- och varmvattenbehovet. Solvärmens kan utnyttjas till att täcka en större del av behovet av varmvatten. För att uppnå störst effekt krävs det att solfångaren kan placeras i söderriktning med en lutning på 30-45 grader.⁵⁵ Eftersom Sverige har en årlig solinstrålning på 1000 kWh/(m², år), är detta ur miljösynpunkt en mycket bra energikälla⁵⁶.

Till skillnad från solceller producerar inte solvärme el utan främst för att värma upp tappvarmvattnet men även tilluft och vattnet i uppvärmningssystemet.

Det finns möjlighet vid installation av solvärmesystem att ansöka om bidrag hos länsstyrelsen. Bidraget är 2,50 kr per producerad kWh eller max 5000 kr per lägenhet. Bidraget får inte heller överstiga 25 % av investeringskostnaderna eller totalt 250 000 kr.⁵⁷

4.6 Tappvarmvatten

Varmvattenförbrukning kan minska genom att använda snålspolande munstycken till duschen. I äldre hus är det inte ovanligt med tvågreppsblandare, istället rekommenderas moderna engreppsblandare som är mycket mer resurseffektiva.

Tappvarmvattentemperaturen vid tappstället ska inte understiga 50°C och i varmvattenberedaren 60°C p.g.a. risken för legionellabakterier. Vid tappstället rekommenderas en temperatur på mellan 50-55°C ur energisynpunkt.⁵⁸

Det är viktigt att isolera både kallvatten- och varmvattenledningarna. Varmvattenledningarna är det främst för att ingen värme ska läcka ut och för

⁵⁵ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

⁵⁶ Svensksolenergi (2008-05-02) [Internet]

⁵⁷ Förordningen (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme [Internet]

⁵⁸ Sanberg, Eje et al (2007), *Metoder för besiktning och beräkning*

kallvattenledningarna finns det risk för legionellabakterier om kallvattnet värms upp.⁵⁹

4.7 Individuell mätning⁶⁰

Genomförda projekt där individuell mätning och debitering av värme och varmvatten visar att användningen minskar. Värmebehovet minskar med i genomsnitt 10-20 % medan varmvattenförbrukningen minskar med 15-30 %. Det finns vissa komplikationer med individuell mätning och det är hur man mäter och debiterar på ett rättvist sätt. Varmvattnet är relativt lätt att mäta, flödet mäts med en varmvattenmätare och ligger till grund för debiteringen.

Värmekostnaderna är svårare att fördela på ett rättvist sätt. Antingen mäts rumstemperaturen eller tillförd värme genom värmesystemet till varje lägenhet. Nackdelen med att gå efter rumstemperaturen är att man får betala för värme som inte kommer från värmesystemet, s.k. gratisvärme. Dessutom kan man vädra bort värme för att hålla nere kostnaderna. I det andra fallet spelar det stor roll var i byggnaden man bor. En lägenhet med fönster mot solsidan får mer gratisvärme än en lägenhet på skuggsidan. Det finns även risk att de boende sänker sin egen temperatur för att utnyttja värme från grannen.

⁵⁹ Isover (2007), *IsoverBoken*

⁶⁰ Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*

5 Undersökt Objekt – Ystadsgatan 12-18

5.1 Historia och Placering

Detta kapitel beskriver de byggnader vi undersökt och tar upp speciella egenskaper hos dem.

Bostadsrätten *Helsingborgshus 4* förvaltas av Riksbyggen och består av 3 byggnader som är belägna på Ystadsgatan 12A-18B. Byggnaderna uppfördes 1953 och har sedan dess använts som bostäder. I byggnadernas direkta närområden finns det några enstaka lövträd och lägre vegetation. Sedan byggnaderna uppfördes har det skett olika ombyggnader. Alla fönster och altandörrar är utbytta 1998.



Bild 5 Hus A, bostadsrätten Helsingborgshus 4.

5.2 Användning

Helsingborgshus 4:s byggnader har 5 plan inklusive källare och vindsvåning. Det är huvudsakligen våning 1,2 och 3 som används som lägenheter. På vindsvåningarna finns 2 stycken lägenheter, en vid varje gavel. Resterande utrymme av våning 4 används som vindförvaring och är oisolerad utifrån. På källarplanen (våning 0) finns tvättstugor, matkällare, disponibla utrymmen, skyddsrum, garage och i ett av husen ett pannrum där centralen för fjärrvärme står. P.g.a. garagen så är stora delar av källarväggen blottad från sand och annan dränering utifrån. Garagen gör att husen delvis blir av suterrängtyp.

- Matkällarutrymmena i källaren används mestadels som förvaring av andra saker än kylvaror numera men är fortfarande utrymmen som står utan uppvärmning. Detta medför att golvet på plan 1 ovanför matkällarutrymmena blir en aning kallare än golv över uppvärmda utrymmen såsom tvättstugor eller skyddsrum.
- Garagen är belägna på husens framsida, gentemot Ystadsgatan och är väl tilltagna. De har radiatorer som drivs genom ett vattenburet system.
- Det finns tvättstugor i alla tre husen, mer än en i varje. Tvättstugorna är uppvärmda och har särskilda frånluftsfläktar som ska ta hand om den vattenånga som bildas vid exempelvis torkning av kläder.
- Skyddsrum finns i alla tre husen och de används till cykelgarage i ordinarie fall, dessa utrymmen är uppvärmda.
- De disponibla utrymmena har olika användningsområden. Några är verkstad för vaktmästaren och vissa är hobbyrum disponerade av de boende eller utomstående. Ett är samlingslokal för bostadsrättsföreningen. Alla dessa rum är uppvärmda.

5.3 Teknisk beskrivning

5.3.1 Konstruktion

Bostadsrättens grundkonstruktion är en gjuten källarplatta med ytterväggar av 200 mm bärande lättbetong. Källarplanets ytterväggar är dock av betong i olika tjocklekar. De varierande tjocklekarna beror på att husen innehåller skyddsrum. Källarväggen är isolerad på insidan med träull. Fasaden är klädd med tegel (1/2 sten). Med undantag för Hus A och Hus C där ytterväggen vid balkongerna består av 250 mm lättbetong utan tegel.

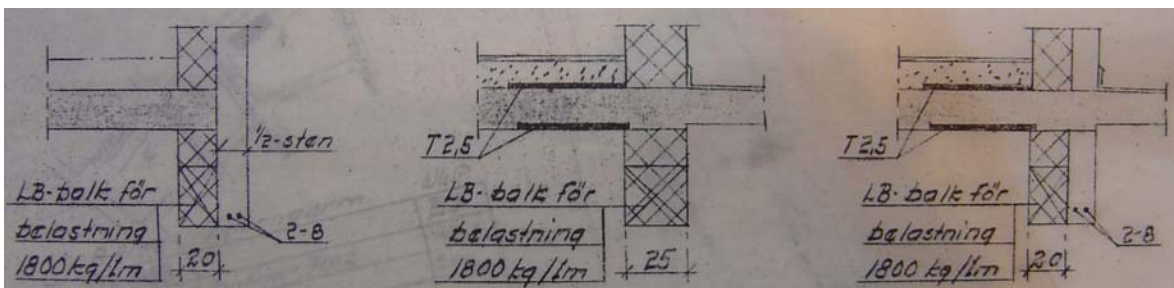


Bild 6 Snitt över bjälklags- och balkonganslutning i yttervägg

Bjälklagen för alla fyra våningsplanen är av betong och de vilar på ytterväggarna av lättbetong och innerväggarna av cementsten. Bjälklagen

skapar automatiskt en köldbrygga, då ytterväggarnas enda isolerande skikt är lättbetongen.

Källarplanets mellanväggar består av 200 mm betong. Förutom källarens betongmellanväggar finns det tre olika typer av innerväggar; tegel, cementsten och mellanväggsplattor tillverkade av lättbetong. De 70 mm tjocka mellanväggsplattorna finns endast som rumsavskiljare inne i lägenheterna, t.ex. mellan sovrum och vardagsrum. Murverkens placering i husen är främst kring trapphusen, men även vissa av innerväggarna. Cementsten används vid lägenhetsskiljande väggar samt som innervägg då det sker en förskjutning av byggnaden (hus A och C).

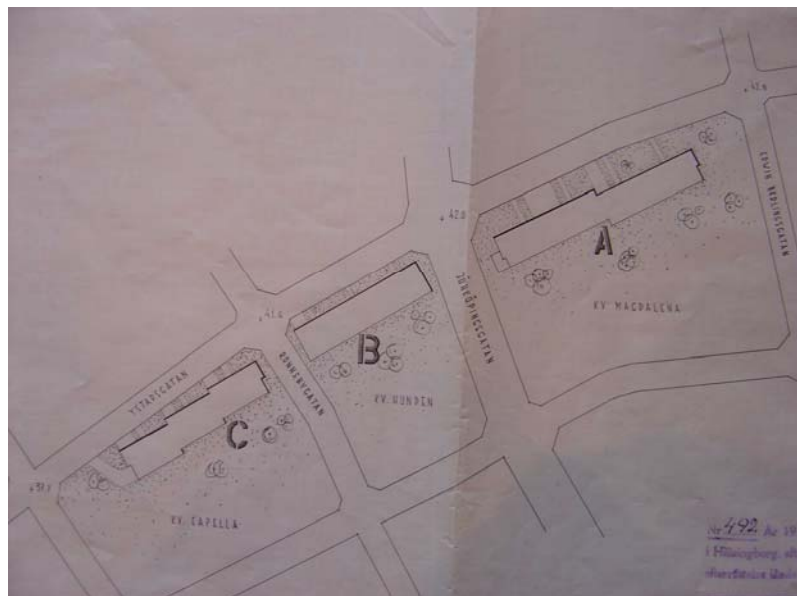


Bild 6 Husens placering, på hus A och C syns förskjutningarna.

Taket på alla tre byggnaderna är av samma typ. Klassisk konstruktion med takstolar av trä, råspont, takpapp, ströläkt, bärläkt och betongpannor.

Bostadsarean, BOA, för de tre byggnaderna är 5574 m^2 enligt Riksbyggen medan den totala uppvärmda ytan, d.v.s. A_{temp} är uppmätt till 7609 m^2 . Uppmätningen är gjord via ritningar på stadsarkivet. Trapphusen och källaren förutom garage och matkällare tillhör de utrymme som är uppvärmda.

Sopor förvaras i separat sophus som inkluderas i fastigheten men det är inte uppvärmt.

Fönster och altandörrar är utbytta 1998. Nuvarande 3-glas fönster har ett U-värde på $1,3 \text{ W/m}^2, \text{ K}$.

5.3.2 Ventilationssystem

Ventilation av byggnaderna sker via självdrag. Tilluften kommer in via ventiler som sitter på fasaden samt genom fönstrens intagsspjäll. På vindsvåningarna kommer luften endast in via ventiler som sitter på gavlarna. Frånluften lämnar byggnaderna genom intag på varje våning som finns på murade kanaler. Kanalerna går från källaren upp och ut genom taket. Köksfläktarna är också anslutna till dessa kanaler.

Eftersom det är ett S-system i byggnaderna har inga mätningar kunnat göras på luftflödet. Generellt är det ett större luftflöde på vintern än på sommaren p.g.a. de termiska förutsättningarna, varmluft är lättare än kall luft. I de kommande beräkningarna uppskattas luftflödet till $0,33 \text{ l/s, m}^2$.⁶¹



Bild 7 Tilluftsventiler fasad.

5.4 Verklig energianvändning

Byggnaderna har ett uppvärmningssystem som består av ett vattenburet system som är inkopplat till stadens fjärrvärmenät. Den statistik vi hade att tillgå var förbrukningsrapporter över fjärrvärmebrukningen 2006, se bilaga 1. I denna rapport fanns det uppgifter om förbrukningen 2005, 2006 och ett referensår 1994. Alla årsvärden normalårskorrigeras av Riksbyggen för att ge en bättre bild av hur förbrukningen hade varit under ett normalt år. På detta vis

⁶¹ Boverket (2006), *Energibesiktningsmetoder- ett samlingsdokument*

sticker inte år med ovanligt milda eller kalla vintrar ut lika mycket som de annars skulle göra. Den verkliga förbrukningen för 2006 har turkos stapel i diagrammet nedan. Energianvändningen under referensåret 1994 var generellt högre varje månad än 2006 års korrigerade månadsvärde. Detta beror på en rad faktorer, exempelvis fönsterbytet som skedde 1998. Behovet av uppvärmningsenergi har sedan 1994 minskat med totalt ca: 30 %.

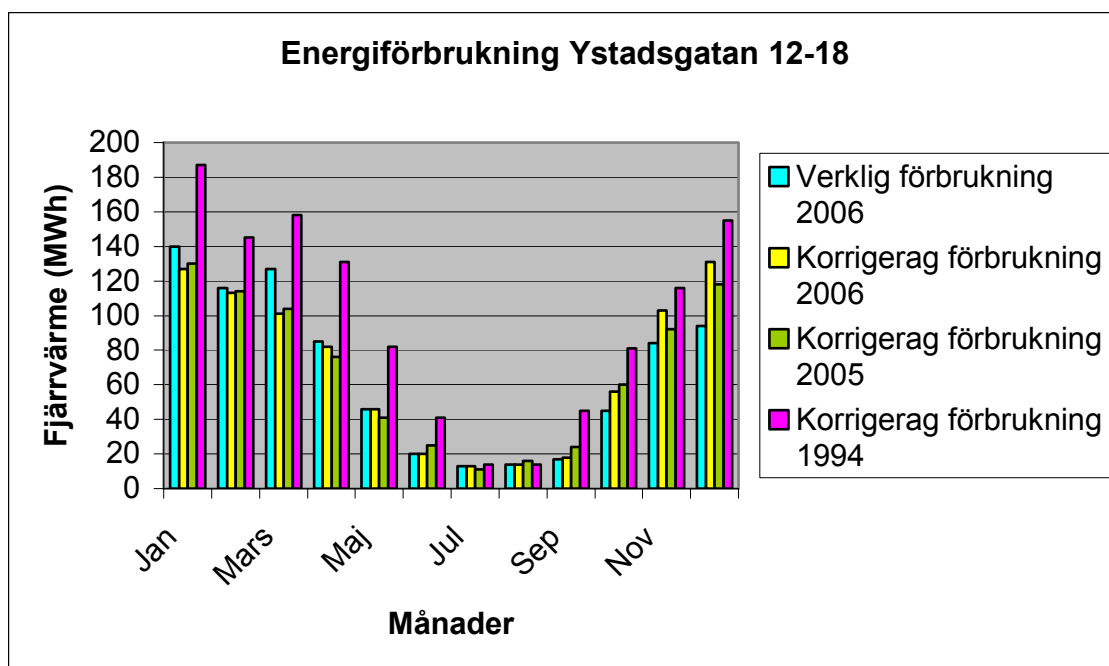


Bild 8 Energiåtgång för uppvärmning av lokaler och varmvatten.

Den korrigerade totala fjärrvärmeförbrukningen för 2006 uppgick till 823 MWh. Förbrukningen fördelat på BOA ger 148 kWh/(m²,år) och genom A_{temp} 108 kWh/(m²,år). Notera att dessa värden ej är samma som den specifika energianvändningen, se kapitel 6.2.

6 Resultat och analys

För att analysera energianvändning har vi byggt upp tre beräkningsmodeller i VIP+, en för varje hus. Vidare betecknas husen Hus A, Hus B och Hus C, enligt bild 4.

6.1 Indata

Kända och uppmätta värden har använts som indata vid beräkningar i VIP+ och redovisas i bilagorna 2, 3, 4 och 5.

Tabell 1 en kort sammanfattning av indata per hus

	Hus A	Hus B	Hus C	totalt
Lägenheter [st]	38	29	29	96
A_{temp} [m ²]	3192	2113	2304	7609
Fastighetsel [kWh]	32000	25667	17500	75167
Fastighetsel/ A_{temp} [kWh/(m ² , år)]	10	12	8	10
Luftflöde [l/s, m ²]	0,33	0,33	0,33	0,33
Varmvatten [kWh/(m ² , år)]	24	24	24	24
Hushållsel [kWh/(m ² , år)]	40	40	40	40

Fastighetselen är en snittförbrukning för åren 2004, 2005 och 2006.

Varmvattenförbrukningen grundar sig på Bilaga 1 *Förbrukningsrapport fjärrvärme 2006* där det anges att andelen som går åt till varmvattenberedningen är 180 MWh/år. Slår vi ut denna uppgift på vår A_{temp} 7609 m² blir varmvattenförbrukningen ca 24 kWh/(m², år).

Statistik över hushållens elförbrukning har vi inte haft tillgång till, därför är förbrukningen satt till 40 kWh/m².⁶²

6.2 Analys av beräkningar – indata

Normal felmarginal med VIP+ och korrekt modell ligger oftast inom ±3 %, enligt ansvarig på Strusoft. Strusoft säger även att en differens större än ±5 %

⁶² Bernard Johansson, WSP, (2008-04-24)

antingen beror på ett funktionsproblem eller en felaktig modell.⁶³ Med ett källkritiskt synsätt bör felmarginalerna vara något högre.

Värden i tabellen nedan avser först energianvändningen för uppvärmning och sedan den specifika energianvändningen. De beräknade värdena är från VIP+ och de uppmätta är hämtade från bilaga 1 förbrukningsrapport fjärrvärme 2006.

Noterbart är att i den specifika energianvändningen ingår även fastighetsel som är inkluderad nedan.

Tabell 2 *Energianvändning för uppvärmning och specifik energianvändning*

	Hus A	Hus B	Hus C	Totalt
Beräknad förbrukning [kWh]	346435	216828	266954	830217
Uppmätt förbrukning [kWh]	345205	228579	249216	823000
Avvikelse				1 %
Beräknad specifik energianvändning [kWh/m ²]	119	115	123	119
Uppmätt specifik energianvändning* [kWh/m ²]	118	120	116	118
Avvikelse				1 %

I de uppmätta värdena finns endast uppgifter om den totala förbrukningen för de tre husen. Vi har viktat förbrukningen mellan de tre husen efter golvarean. Eftersom husen inte är helt identiska i utformning och material i fasaden jämför vi därför den totala förbrukningen. Värdena ligger inom felmarginalen så modellerna i VIP+ får anses vara godkända.

Vidare analys av byggnaderna visar hur den avgivna och tillförda energin är fördelade i procent.

Tabell 3 *Avgiven energi*

Avgiven energi [%]	Hus A	Hus B	Hus C
Transmission	58	57	59
Luftläckage	7	6	7
Ventilation	23	24	22
Spillvatten	12	13	12

⁶³ Mats Ola Rasmusson, StruSoft, (2008-05-04)

Tabell 4 Tillförd energi

Tillförd energi [%]	Hus A	Hus B	Hus C
Sol genom fönster	12	12	12
Processenergi	25	26	23
Personenergi	4	4	4
Elförsörjning	5	6	4
Värmeförsörjning	54	52	57

6.3 Analys av beräkningar – åtgärder

Åtgärderna som är presenterade kapitel 4 låg till grund när vi skulle välja ut vilka åtgärder som skulle passa in på de undersökta objekten. Vi valde ut de åtgärder som bedömdes vara realistiska att genomföra.

Lönsamhetsberäkningar har gjorts med den förenklade LCC-metoden och Pay back-metoden, enligt kapitel 3.9. Prisexempel på åtgärderna är hämtade från ATON Teknikkonsult AB⁶⁴ förutom solvärmesystemet som är hämtat från ExoHeat⁶⁵ som är leverantör av solvärmesystem.

Fjärrvärme kostnaderna har vi satt till 0,70 kr per kWh.⁶⁶ Hur energipriset utvecklas i framtiden är inget vi spekulerat i, även om det är troligt att det fortsätter öka snabbare än inflationen.

De åtgärder vi har lönsamhetsberäknat är:

- Tilläggsisolering av vindsbjälklaget
- Tilläggsisolering av vindsvåningarna
- Installera en solvärmeanläggning som komplement till fjärrvärmesystemet

Utöver dessa åtgärder har vi undersökt hur mycket energi som kan sparas om inomhustemperaturen sänks en grad. Vi har även beräknat hur mycket energi som kan sparas med 100 mm utvändigt tilläggsisolering av fasaden. Resultaten redovisas för alla tre husen tillsammans.

Tilläggsisoleringens tekniska livslängd har i lönsamhetsberäkningarna satts till 50 år men i praktiken håller isolering längre än så.

⁶⁴ Sanberg, Eje et al (2007), *Metoder för besiktning och beräkning*

⁶⁵ Robert Sundquist, ExoHeat, (2008-05-07)

⁶⁶ Öresundskraft (2008-05-27) [Räkning Ystadsgatan 12-18]

6.3.1 Tilläggsisolering av vindsbjälklaget

I tabellen nedan visas att lönsamheten är som störst vid 200 mm tilläggsisolering. I investeringskostnaden är det inkluderat den extra kostnad som uppstår p.g.a. vindsförråden.

Tabell 5 Lönsamhet med tilläggsisolering av vindsbjälklaget

Tilläggsisolering [mm]	Investering [kr]	Besparing [kWh, år]	Besparing [kr, år]	Pay-back [år]	Teknisk livslängd [år]	LCC
100	1 080 000	107 000	74 900	14,4	50	3,47
200	1 190 000	121 000	84 700	14,1	50	3,55
300	1 305 000	127 000	88 900	14,7	50	3,41
400	1 410 000	130 000	91 000	15,5	50	3,22

6.3.2 Tilläggsisolering av vindsvåningarna

Att tilläggsisolera väggarna på vindsvåningarnas utsida mot vinden visar sig vara lönsamt.

Tabell 6 Lönsamhet med tilläggsisolering av vindsvåningarna

Tilläggsisolering [mm]	Investering [kr]	Besparing [kWh, år]	Besparing [kr, år]	Pay-back [år]	Teknisk livslängd [år]	LCC
100	92 000	8 500	6 000	15,3	50	3,23

6.3.3 Solvärmesystem

Uppgifter om dimensioner på solfångare och övrig indata i VIP+ har vi fått av ExoHeat. Kostnad uppgår till 12-16000 kr exklusive moms per lägenhet för ett färdigt system med ackumulatortank. Storlek på solfångarna ska vara ca 3,5m² per lägenhet, detta gäller för plana solfångare. Ackumulatorn ska rymma 50-75 liter per m² solfångare.⁶⁷

Inga vidare undersökningar har gjorts om detta är det billigaste systemet på marknaden.

Beräkningarna har utförts så att solvärmesystemet ska värma upp tappvarmvattnet och vattnet till värmesystemet i byggnaden.

⁶⁷ Robert Sundquist, ExoHeat, (2008-05-07)

Tabell 7 Lönsamhet med solvärmesystem

Investering [kr]	Besparing [kWh, år]	Besparing [kr, år]	Pay-back [år]	Teknisk livslängd [år]	LCC
1 680 000	120 000	84 000	20	30	1,50
1 430 000	120 000	84 000	17	30	1,76

Den andra uträkningen med en pay back-tid på 17 år är ett statligt bidrag på 250 000 kr inräknat.

Denna åtgärd visar att stora besparingar kan göras av den köpta energianvändningen, men eftersom investeringen är relativt dyr blir den ekonomiska lönsamheten begränsad.

6.3.4 Sänkning av inomhustemperaturen

Sänkning av inomhustemperaturen kan ge en besparing på upp till 8 % av uppvärmningskostnaderna.

Tabell 8 Lönsamhet genom att sänkt inomhustemperatur

Investering [kr]	Besparing [kWh, år]	Besparing [kr, år]	Besparing [%]
-	70 000	49 000	8,4

6.3.5 Tilläggsisolering av fasad

Beräkningar har utförts för att ge en uppfattning om hur mycket energi som kan sparas in genom att tilläggsisolera fasaden. Beräkningen är utförd så att den befintliga tegelfasaden rivs och ersätts med 100 mm mineralullsskivor och 20 mm puts.

Beräkningarna visar en besparing på ca 127 000 kWh per år.

6.3.6 Sammanställning

Med utförda åtgärder ser vi att vi når målet att få ner den specifika energianvändningen till 110 kWh/(m², år) och även en bra bit under om alla de beräknade åtgärderna utförs samtidigt.

Tabell 9 Sammanställning av den specifika energianvändningen efter utförda åtgärder

Åtgärder [kWh/(m ² , år)]	Hus A	Hus B	Hus C	Totalt
Inga åtgärder	119	115	123	118
1 Tilläggsisolering (vind och vindsbjälklag)	101	99	106	102
2 Sänkt temperatur	109	106	114	110
Åtgärd 1 och 2	-	-	-	83
3 Solvärme	-	-	-	94
Samtliga åtgärder	-	-	-	68

6.4 Diskussion

Energianvändningen för de tre husen är relativt låg, 118 kWh/(m², år). Enligt Boverkets referensvärde ligger liknande byggnader på samma ort på en användning mellan 126-153 kWh/(m², år)⁶⁸. Trots detta bedömer vi att det finns möjligheter till energieffektiva åtgärder.

Vid en närmare titt på byggnadernas energiförluster i tabell 3 syns det att transmissionsförlusterna är klart dominerande. Här borde göras en förbättring för att minska detta flöde.

Eftersom det inte föreligger något renoveringsbehov av fasaden inom den närmsta tiden har inga lönsamhetsberäkningar gjorts på att förbättra fasaden. Vi har istället fokuserat på att tilläggsisolera vinden. Rekommendationerna säger att vindsbjälklaget bör bestå av 500 mm isolering, i det undersökta objektet finns det redan 100 mm lättbetong som fungerar som isolering. Eftersom vinden utnyttjas som förråd begränsar det möjligheten att tilläggsisolera vindsbjälklagets ovansida. Därför rekommenderar vi en tilläggsisolering på max 100-200 mm.

Att tilläggsisolera källargolvet hade inneburit ett invändigt ingrepp på en våning där det är lågt till taket och golvet redan har olika underliggande isolering beroende på rum (framgår av stadsarkivets ritningar). Människorna som bor i huset är här ofta och det finns garageportar och dylikt som hade försvårat denna åtgärd mycket.

Vid köldbryggor som genomgående betongbjälklag vid balkonger finns inga ekonomiskt försvarbara åtgärder att vidta.

⁶⁸ Beräkning av energiprestanda på Boverkets hemsida (2008-03-12)

Det finns vindsvåningar vid alla gavlar, totalt 6 stycken vars väggar kan tilläggsisoleras ytterligare. Denna åtgärd har också visat sig vara bra och lönsam i detta fall.

Eftersom byggnaderna har självdrag är det tekniskt svårt att ändra på ventilationssystemet. Separata kanaler i S-systemet gör att ett FTX-system är uteslutet då detta behöver in och utgång för från och tilluft på samma ställe. Vidare så blir inga kända åtgärder med ventilationen lönsamt ens på sikt med tanke på självdragets billiga underhåll.

En åtgärd som är lite okonventionell är förslaget som handlar om solvärme på taket. Detta är en värmekälla som kan göras i tillräckligt stor skala även för dessa flerbostadshus. Fler argument för detta förslag är att takytan mot sydost finns med gynnsam lutning, 30 grader, och inget skymmer solen när den är framme. Med detta system kan behovet av köpt energi till uppvärmning av tappvarmvattnet och värmesystemet kraftigt reduceras. Nackdelen är den dyra investeringskostnaden, vidare undersökningar bör göras om det finns billigare och mer effektiva system.

Om det är genomförbart att installera solvärmesystemet p.g.a. de avtal de har med fjärrvärmeleverantören har vi inte tagit hänsyn till. Vår uppgift är att visa att det finns solenergi som kan utnyttjas.

Individuell mätning får bostadsrättsföreningen fundera över om de vill införa. Varmvattenförbrukningen är redan relativt låg i jämförelse med de schablonvärde som brukar användas, 24 kWh/(m², år) jämfört med 35 kWh/(m², år)⁶⁹. Frågan är om förbrukningen kan reduceras ytterligare med individuell mätning.

Våra beräkningar visar att om de boende sänker temperaturen med en grad kan behovet av värmeenergi minska med upp till 8 %. Det kan vara svårt att få med alla de boende på att sänka sina inomhustemperaturer. Ett förslag är att införa individuell mätning då det blir som ett incitament för de enskilda boende att hålla nere temperaturen. Ett rättvist system för mätning och debitering som alla de boende kan godkänna bör först tas fram av bostadsrättsföreningen.

Övriga åtgärder enligt kapitel 4 som inte har lönsamhetsberäknats men som ändå kan vara aktuella är:

⁶⁹ Bernard Johansson, WSP, (2008-04-24)

Värmesystemet bör ses över med jämna mellanrum så att det inte är obalans i systemet. Cirkulationspumparna ska också ses över så att de drivs energieffektivt. Det bör också kontrolleras att tappvarmvattnet håller rätt temperatur. Eftersom vi har begränsade kunskaper inom dessa områden har vi inte kunnat kontrollera om systemen är rätt inställda.

6.5 Felkällor

När vi byggde upp våra modeller i VIP+ utgick vi från de mätningarna vi gjorde på stadsarkivet. Dessa ritningar var inte helt kompletta med måttsättning och beskrivning av de material som används i byggnaderna. Vi har därför utgått från de värden på material som är förinställda i VIP+.

A_{temp} kan beräknas utifrån BOA med en bestämd omräkningsfaktor. I Vårt fall skulle den omräkningsfaktorn vara 1,25 gånger BOA (5574m^2) enligt Boverket, A_{temp} skulle bli 6968 m^2 i detta fall. Jämfört med vår uppmätta A_{temp} på 7609 m^2 skiljer det över 600 m^2 . Varför det skiljer så mycket vet vi inte, men vi redovisar våra uppmätta areor här.

Total invändig area för alla fem våningar: 9639 m^2
Total area som inte är uppvärmd över 10 °C , vind, matkällare och garage: 2030 m^2 . Trapphusen och övriga källaren är uppvärmda.

Våra byggnader är placerade i Helsingborg men i VIP+ fanns det ingen klimatfil för just Helsingborg. Därför har vi använt Malmö som klimatfil.

Personvärme, hushållsel och luftflöde är antagna värden i beräkningarna.

Eftersom vi har en del osäkerheter i de värden vi använde vid beräkningarna har vi därför valt att lönsamhetsberäkna med vald metod.

Resultaten ska ses som en indikation om åtgärderna är lönsamma eller ej.

7 Slutdiskussion

Vi har i denna rapport visat att det går att få ner energianvändningen även i befintliga byggnader med olika ekonomiskt lönsamma åtgärder. Problemet jämfört med nybyggda hus är att kostnaderna för de byggnadstekniska åtgärderna blir högre om de ska åtgärdas i efterhand. Det är alltid en bra idé att utforma nya byggnader så energieffektivt som möjligt redan från början.

Många bostadsrättsföreningar och fastighetsägare dras ofta för att göra stora åtgärder eftersom investeringen blir stor och återbetalningstiden i vissa fall lång. Därför är det viktigt att vid varje tillfälle där en investering är nödvändig, stor som liten, tänka över vilka energibesparande åtgärder som kan göras samtidigt. Ett tydligt exempel är att passa på och tilläggsisolera fasaden när den måste renoveras eller bytas.

En åtgärd som i de flesta äldre hus är lönsam, även i vårt fall, är att tilläggsisolera vindsbjälklaget. Oftast är den befintliga isoleringen otillräcklig och bör kompletteras. I byggnader utan förråd är det en enkel åtgärd då isolering i princip bara behöver sprutas in på det befintliga bjälklaget. Tyvärr, ur denna synvinkel, används oftast vindsutrymmen som förråd. Detta ska inte avskräcka då det fortfarande går att tilläggsisolera och få lönsamhet med så lite som 100 mm tilläggsisolering.

De styr-, regler- och installationstekniska åtgärderna är oftast billigare och enklare att utföra och ger i många fall en god lönsamhet.

8 Källförteckning

8.1 Tryckta källor

Boverket (2007), *Byggnader i förändrat klimat. Bebyggelsens sårbarhet för klimatförändringars och extrema väders påverkan*. ISBN 978-91-85751-46-4

Kan hämtas från:

http://www.boverket.se/upload/publicerat/bifogade%20filer/2007/byggnader_i_forandrat_%20klimat.pdf

Boverket (2006), *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR*. BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2006:22. ISBN 91-7147-988-0

Kan hämtas från:

<http://www.boverket.se/templates/Page.aspx?id=2332&epslanguage=SV>

Ekelin, Saga et al (2006), *BRF Energieffektiv – handbok för bostadsrättsföreningar*. Stockholm. ISBN 91-633-0052-4

Energimyndigheten (2006), *Effektiva kranar sparar energi*

Kan hämtas från:

<http://www.swedishenergyagency.se/web/bibishop.nsf/frameset.main?ReadForm&Doc=1787>

Energimyndigheten (2007), *Energiläget 2007*. ISSN 1403-1892

Kan hämtas från:

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Press/Nyheter/Nyhetsarkiv-2007/Ny-publication-Energilaget-2007/>

Isover (2007), *IsoverBoken*. B5-01 2007-09/Ersätter 2004-09

IVA, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (2002), *Energianvändning i bebyggelsen*. Eskilstuna

Kan hämtas från:

<http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Bebyggelse%20v1.pdf>

Jensen, Lars och Warfvinge, Catarina (2001), *Värmebehovberäkning*.

Reviderad 2001-02-08. Kursmaterial Installationsteknik FK. LTH

Kan hämtas från: <http://www.hvac.lth.se/pdf/varmebeh.pdf>

Jonsson, Richard (2005), ”Avloppsvärmeväxlare i bostadshus” *Energi&miljö* 11/2005

Kan hämtas från: http://www.siki.se/energi-miljo/downloads/avloppsvarmevaxlare_i_bostadshus.pdf

Nevander, Lars-Erik och Elmarsson, Bengt (2006), *Fukthandbok*. Mölnlycke. AB Svensk Byggtjänst. Tredje utgåvan. ISBN 91-7333-156-2

Persson, Ingvar och Nilson, Sven-Åke (2001), *Investeringsbedömning*. Helsingborg. AB Boktryck ISBN 91-47-04393-8

Sandberg, Eje et al (2005), *Förslag till svensk metodik*. Rapport från ATON Teknikkonsult AB.

Kan hämtas från:
www.enerma.cit.chalmers.se/energidir/Metodrapport_Bostader.pdf

Sanberg, Eje et al (2007), *Metoder för besiktning och beräkning*. Rapport från ATON Teknikkonsult AB.

Kan hämtas från:
http://www.aton.se/i2/sites/aton/files/filer/Rapporter/Metoder_for_besiktning.pdf

Sandin, Kenneth (1996), *Värme och fukt*. Lund. Institutionen för byggnadsteknik, byggnadsfysik, LTH

SCB, Statistiska Centralbyrån (2008), *Energistatistik för småhus och lokaler 2006*. Korrigerad version 2008-04-23. ISSN 1404-5869

Kan hämtas från:
http://www.scb.se/statistik/EN/EN0112/2006A01/EN0112_2006A01_SM_EN16SM0704.pdf

StruSoft (2006), *VIP+ Manual version 5.0.0 Svensk*

Warfvinge, Catarina (2003), *Installationsteknik AK för V*. Lund. Institutionen för byggande och arkitektur. LTH

8.2 Elektroniska källor

Boverket – *Energideklaration* <http://www.boverket.se> (2008-04-14)

Bülow-Hübe, Helena, *Beräkning av årsenergibehov*. Föreläsningmaterial.
Institutionen Energi och byggnadsdesign. LTH
Kan hämtas från www.ahus.lth.se/?document=EBD/Utbil/TNA265/TNA265-F7_energibalans.pdf

Energilotsen (2007), *Handledning för byggnadskonstruktörens energi- och inneklimatanalyser*
Kan hämtas från:
http://www.energilotsen.nu/energilotsen/kap_6_byggnadskonstruktor.pdf

Energimyndigheten – *Hushåll* <http://www.energimyndigheten.se/> (2008-05-09)

Förordningen (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme
Länk från <http://www.boverket.se> under *Bidrag och andra stöd* (2008-05-16)

Velfac – *Professionell – Teknisk rådgivning* <http://www.velfac.se/> (2008-05-03)

Svensksolenergi – *Om solenergi* <http://www.svensksolenergi.se/> (2008-05-02)

Swedisol – *Isolerguiden bygg 06:1* <http://www.swedisol.se/> (2008-05-26)

Öresundskraft – <http://www.oresundskraft.se/> (2008-05-10)

8.3 Muntliga källor

Bernard Johansson, handledare på WSP (2008-04-24)

Lars Sentler, professor LTH (2008-05-27)

Mats Ola Rasmusson, StruSoft, (2008-05-04)

Robert Sundquist, ExoHeat, (2008-05-07)

Bilaga 1 Förbrukningsrapport fjärrvärme 2006

Detta är Riksbyggens statistik över förbrukningen av fjärrvärme för Helsingborgshus 4. Den uppvärmda ytan i denna rapport är bostadsarean, BOA.

Helsingborgshus 4		Förbrukningsrapport fjärrvärme. 2006											
Ystadsgatan 12-18		Totalförbrukning											
Antal lägenheter	96												
Uppvärmd yta i m ²	5574	Andel varmvatten 15 MWh/mån = <u>180 MWh/år</u>											
FJÄRRV.(MWh)	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sum
Verklig förb. i år	140	116	127	85	46	20	13	14	17	45	84	94	801
Korr. förb. i år	127	113	101	82	46	20	13	14	18	56	103	131	823
Korr.förb.föreg.år	130	114	104	76	41	25	11	16	24	60	92	118	811
Korr.förb.ref.år 94	187	145	158	131	82	41	14	14	45	81	116	155	1169
besp. mot ref.år.	-60	-32	-57	-49	-36	-21	-1		-27	-25	-13	-24	-346
besp. % mot ref. år													-30%
Korr. förb./m ² innevarande år (KWh)	23	20	18	15	8	4	2	3	3	10	18	23	148
Korr. förb./m ² föregående år (KWh)	23	20	19	14	7	4	2	3	4	11	17	21	145
Korr. förb./m ² referensår (KWh)	34	26	28	24	15	7	3	3	8	15	21	28	210
Medelavkylning över vvx (Grader)	45	45	47	46	42	41	43	43	43	45	45	48	45
Noteringar :	Tot. abonnerad effekt bör vara ca: 492 KW												
Medelavkylning över värmeväxlare OK.													

Fjärrvärmeförbrukning

Månad	Korr.förb.ref.år 94	Korr.förb.föreg.år	Korr. förb. i år
Jan	187	130	140
Feb	145	114	116
Mar	158	104	127
Apr	131	76	85
Maj	82	41	46
Jun	41	25	20
Jul	14	11	13
Aug	14	16	14
Sep	45	24	17
Okt	81	60	45
Nov	116	92	84
Dec	155	118	94

Bilaga 2 VIP+, Katalogdata

Aktuellt Hus

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog								
Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m ² C	Densitet kg/m ³	Värme- kapacitet J/kg°C	U-värde W/m ² C	Delta- U-värde W/m ² C	Luftläck. q50 l/s,m ²
Yttervägg1	TEGEL60	0.120	0.600	1500	840	0.556	0.010	0.80
	LBTG500.140	0.200	0.140	500	1050			
Yttervägg2 tak mot vind	LBTG500.140	0.250	0.140	500	1050	0.511	0.010	0.80
	BETONG1.7	0.040	1.700	2300	800			
vindvägg TAKTYP egen	LBTG500.140	0.100	0.140	500	1050	0.626	0.010	0.80
	BETONG1.7	0.160	1.700	2300	800			
	LBTG500.140	0.200	0.140	500	1050			
	MINERALULL40	0.060	0.040	50	840			
KV 20+3.5 ug	REGLAR600	0.045	0.041	55	845	1.326	0.010	0.00
	TRÅ-14	0.020	0.140	500	2300			
	GIPSSKIVA	0.013	0.220	900	1100			
	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800			
KV 20+7 ug	TRÅULLSPL.	0.035	0.075	200	1510	0.819	0.010	0.00
	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800			
KV 20 ug	TRÅULLSPL.	0.070	0.075	200	1510	3.476	0.010	0.00
	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800			
KGOLV	DRÄN.GRUS	0.160	1.400	1800	1000	3.018	0.010	0.00
	BETONG1.7	0.080	1.700	2300	800			
KV 28 ug	BETONG1.7	0.280	1.700	2300	800	2.988	0.010	0.00
KV 25+3.5 ug	BETONG1.7	0.250	1.700	2300	800	1.276	0.010	0.00
	TRÅULLSPL.	0.035	0.075	200	1510			
TEGELvind	TEGEL60	0.240	0.600	1500	840	1.754	0.000	0.80
IVcementsten	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800	3.476	0.010	0.00

Bygghelstyper 1-dimensionella - Katalog								
Bygghelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m ² C	Densitet kg/m ³	Värme- kapacitet J/kg°C	U-värde W/m ² C	Delta- U-värde W/m ² C	Luftläck. q50 l/s,m ²
IVtegel	TEGEL60	0.240	0.600	1500	840	1.754	0.010	0.00
IVplattor	MASONIT1	0.120	0.790	1600	1000	3.107	0.010	0.00
IVbetong	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800	3.476	0.010	0.00
KV 20+3.5 ög	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800	1.326	0.010	0.80
	TRÄULLSPL.	0.035	0.075	200	1510			
KV 20+7 ög	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800	0.819	0.010	0.80
	TRÄULLSPL.	0.070	0.075	200	1510			
KV 25+3.5 ög	BETONG1.7	0.250	1.700	2300	800	1.276	0.010	0.80
	TRÄULLSPL.	0.035	0.075	200	1510			
KV 20 ög	BETONG1.7	0.200	1.700	2300	800	3.476	0.010	0.80
KV 28 ög mellanBJLKL1	BETONG1.7	0.280	1.700	2300	800	2.988	0.010	0.80
	BETONG1.7	0.040	1.700	2300	800	0.998	0.000	0.00
	LBTG500.140	0.100	0.140	500	1050			
mellanBJLKL2&3	BETONG1.7	0.160	1.700	2300	800			
	BETONG1.7	0.040	1.700	2300	800	3.020	0.000	0.00
	ODRÄN.SAND	0.100	2.300	1100	1200			
	BETONG1.7	0.160	1.700	2300	800			

Bygghelstyper 2-dimensionella - Katalog								
Bygghelstyp	Ekv.- skikt- tjocklek m	Värme- lednings- tal W/m ² C	Densitet kg/m ³	Värme- kapacitet J/kg°C	Psi- värde W/m	Bredd m	U-värde W/m ² C	Luftläck. q50 l/s,m ²
YHÖRN LBTGegen	0.96	1.059	1031.3	888	0.000	0.160	0.929	0.80
IHÖRN LBTGegen	0.19	0.058	718.7	954	0.000	0.800	0.289	0.80
balkong2o3	0.28	0.154	1486.2	840	0.000	1.560	0.500	0.80
bjälklag2o3	0.24	0.131	1429.8	846	0.000	1.560	0.499	0.80
bjälklag1	0.24	0.127	1302.1	857	0.000	1.560	0.483	0.80
balkong1	0.28	0.151	1422.5	845	0.000	1.560	0.489	0.80
balkongUT2o3	0.25	0.139	1403.6	846	0.000	1.560	0.503	0.80
balkongUT1	0.25	0.136	1332.8	853	0.000	1.560	0.492	0.80

Bilaga 3 VIP+, Ursprungligt Hus A

KOMMENTARER

Hus A på Ystadsgatan

INDATA

Allmänt	
Beräkningsdatum	2008-05-14 (15:07:55)
Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Klimatdata	MALMÖ
Latitud	55.6 grader
Klimatzon BBR12	SÖDER
Solreflektion från mark	40.00 %
Vindhastighet	60.00 % av klimatdata
Lufttryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:5 SV:10 V:10 NV:15 N:10 NO:5 O:5 SO:5 °
Formfaktor för vindtryck	S:0.00 SV:-0.60 V:-0.60 NV:-0.60 N:0.70 NO:0.70 O:-0.50 SO:0.70 TAK:-0.60
Vridning av byggnad	10 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	38
Ventilationsvolym	7661.0 m³
Uppvärmd bruksarea enl SS021052	3192.0 m²
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 W/m,K

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag										
Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m	Sol- absorb- tion %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med mark och d-U W/m²°C	Psi-värde W/m²°C
	Yttervägg1	NORDVÄST	436.0m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDVÄST	106.0m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	NORDOST	110.0m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDOST	288.0m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
balkongfasad	Yttervägg2	SYDOST	83.3m²	70.0	0.0	2.5		0	0.521	
bjälklag mot vind	tak mot vind	TAK	659.6m²	0.0	2.5	2.5		0	1.008	
vindsvåning	vindvägg	TAK	81.3m²	0.0	0.0	1.6		0	0.636	
snedtak	TAKTYP egen	TAK	35.5m²	90.0	1.6	2.5		0	0.345	
vindsvån horison	TAKTYP egen	TAK	67.2m²	90.0	2.5	2.5		0	0.345	
	YHÖRN LBTGegen	SÖDER	52.2m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	VÄSTER	8.7m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	NORR	17.4m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	ÖSTER	43.5m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
vån1	balkongUT1	SYDOST	20.7m	70.0	0.0	0.0		0	0.492	

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag										
Benämning	Byggnadstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m	Sol- absorb- tion %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med mark och d-U W/m ² °C	Psi-värde W/m ² °C
vån1	balkong1	SYDVÄST	3.4m	70.0	0.0	0.0		0	0.489	
vån1	balkong1	NORDOST	2.1m	70.0	0.0	0.0		0	0.489	
vån2o3	balkongUT2o3	SYDOST	41.4m	70.0	0.0	0.0		0	0.503	
vån2o3 gavel	balkong2o3	SYDVÄST	6.8m	70.0	0.0	0.0		0	0.500	
vån2o3 gavel	balkong2o3	NORDOST	6.3m	70.0	0.0	0.0		0	0.500	
	bjälklag1	SYDVÄST	14.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.483	
	bjälklag1	NORDVÄST	77.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.483	
	bjälklag1	NORDOST	12.3m	70.0	0.0	0.0		0	0.483	
	bjälklag1	SYDOST	58.4m	70.0	0.0	0.0		0	0.483	
	bjälklag2o3	SYDVÄST	35.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.499	
	bjälklag2o3	NORDVÄST	154.1m	70.0	0.0	0.0		0	0.499	
	bjälklag2o3	NORDOST	35.7m	70.0	0.0	0.0		0	0.499	
	bjälklag2o3	SYDOST	112.7m	70.0	0.0	0.0		0	0.499	
	IHÖRN LBTGegen	SÖDER	43.5m	70.0	0.0	2.5		0	0.289	
	IHÖRN LBTGegen	NORR	8.7m	70.0	0.0	2.5		0	0.289	
	IHÖRN LBTGegen	ÖSTER	34.8m	70.0	0.0	2.5		0	0.289	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	SYDVÄST	2.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDVÄST	33.1m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDOST	5.1m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	SYDOST	18.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+7 ög	NORDVÄST	17.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20+7 ög	NORDOST	1.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20+7 ög	SYDOST	11.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20 ög	SYDVÄST	5.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.486	
ovan mark	KV 20 ög	NORDVÄST	9.9m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.486	
ovan mark	KV 20 ög	NORDOST	3.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.486	
	KV 20+3.5 ug	KV 0-1 m	45.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.756	
	KV 20+3.5 ug	KV 1-2 m	22.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.403	
	KV 20+7 ug	KV 0-1 m	49.9m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.563	
	KV 20+7 ug	KV 1-2 m	25.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.342	
	KV 20 ug	KV 0-1 m	31.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.155	
	KV 20 ug	KV 1-2 m	15.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.491	
	KGOLV	KG 0-6 m	806.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.265	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	SYDVÄST	0.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	NORDOST	5.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	SYDOST	13.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
ovan mark	KV 28 ög	SYDOST	1.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	2.998	
	KV 28 ug	KV 0-1 m	1.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.096	
	KV 28 ug	KV 1-2 m	0.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.480	
	KV 25+3.5 ug	KV 0-1 m	24.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.740	
	KV 25+3.5 ug	KV 1-2 m	12.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.398	
	TEGELvind	TAK	171.5m ²	0.0	0.0	2.5		0	1.754	
	IVcementsten	INNER	1114.0m ²					0		
	IVtegel	INNER	1830.0m ²					0		
	IVplattor	INNER	3034.0m ²					0		
	IVbetong	INNER	1045.0m ²					0		
	mellanBJLKL1	INNER	1612.0m ²					0		
	mellanBJLKL2&3	INNER	3419.0m ²					0		

Solskyddstyper											
Benämning	Gränstemp. °C	Gränseffekt W/m²	Reduktion av Total %	Reduktion av Direkt %	Vinkel Underkant	Vinkel Överkant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vindhastighet m/s
Persienn	24.0	300.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler												
Benämning	Byggnadstyp	Orientering	Area m²	Glasandel %	Soltransm. Total %	Soltransm. Direkt %	U-värde W/m²°C	Lägstänivå m	Högstänivå m	Luftläck q50 l/s,m²	Solskydd	
	3 GLAS NORMAL	NORDVÄST	133.0	80	60	48	1.30	0.9	2.5	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	SYDVÄST	28.0	80	60	48	1.30	0.9	2.5	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	NORDÖST	16.0	80	60	48	1.30	0.9	2.5	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	SYDÖST	143.0	80	60	48	1.30	0.9	2.5	0.80	Persienn	
	PORT	NORDVÄST	18.8	70	50	40	1.00	0.0	2.4	0.80		
	VENTIL-40	NORDVÄST	1.4	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	SYDVÄST	0.1	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	NORDÖST	0.1	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	SYDÖST	0.9	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	PORTkällare	NORDVÄST	4.2	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	PORTkällare	SYDÖST	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	PORTgarage	NORDVÄST	29.0	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	PORTkällare	NORDÖST	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	balkongdörr	NORDÖST	5.3	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80		
	balkongdörr	SYDVÄST	7.0	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80		
	balkongdörr	SYDÖST	54.6	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80		

Driftdata												
Driftfallsbenämning	Veckodagar	Dagnummer	Tid	Processenergi W/m²	Processenergi W/gh	Processenergi varmv. W/m²	Fastighetsenergi rumsluft W/m²	Personenergi W/m²	Tappvarmvatten W/m²	Tappvarmvatten W/gh	Högsta rumstemp °C	Lägsta rumstemp °C
BOST 20	MÅND-SÖND	1 - 365	0 - 24	4.57	0.00	0.00	1.14	1.00	2.70	0.00	27.00	20.00

Ventilationsaggregat											
Aggregatbenämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Verkn.gr återvinning %	Lägsta tilluftstemp °C	Utetemp Driftp. L °C	Flöde Driftp. L %	Utetemp Driftp. H °C	Flöde Driftp. H %	
självdreg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.0	100	20.0	100	

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden					
Aggregatbenämning	Veckodagar	Tilluft oms/h	Frånluft oms/h	Startdag-Slutdag	Starttid-Sluttid
självdreg	MÅND-SÖND	1053.00	1053.00	1 - 365	0 - 24

Nyckeltal				
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	25.02	217.13	217.13	Wh/m ² °C
Yttre värmekapacitet	25.19	53.51	53.51	Wh/m ² °C
Medeltemperatur	20.00	20.00	20.00	°C
Medelvärde ventilation	1053.00	1053.00	1053.00	oms/h
Processenergi medel	5.50	5.50	5.71	W/m ²
Personenergi medel	1.00	1.00	1.00	W/m ²
Omslutningsarea		4635.82	4635.82	m ²
Luftläckage vid 50 Pa	2881.62	2909.45	2909.45	l/s
Invändigt tryck medel	-2.8	-2.7	-2.7	Pa

Jämförelse mot krav enligt BBR				
	Aktuellt hus referensdrift	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 10				
Fs-värde		0.611	0.309	W/m ² K
Tillåtet Fs-värde är 130 % av referenshusets medel: 0.237				
Uppvärmning	400520	346435	199543	kWh
Jämförelse mot BBR 12				
U-värde		0.698	0.500	W/m ² K
Energianvändning		119	110	kWh/m ²

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift kWh	Referenshus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Referensdrift kWh	Aktuellt hus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi						
Transmission	167111	52.35	352204	110.34	353002	110.59
Luftläckage	44465	13.93	42502	13.32	42583	13.34
Ventilation	151918	47.59	141627	44.37	141938	44.47
Spillvatten	125562	39.34	125562	39.34	75497	23.65
Passiv kyla	2318	0.73	0	0.00	0	0.00
Tillförd energi						
Solenergi genom fönster	64278	20.14	79677	24.96	78945	24.73
Återvinning ventilation	45854	14.37	0	0.00	0	0.00
Återvinning spillvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Processenergi	153737	48.16	153737	48.16	159679	50.02
Personenergi	27962	8.76	27962	8.76	27962	8.76
El försörjning	0	0.00	0	0.00	32000	10.02
Värmeförsörjning	199543	62.51	400520	125.48	346435	108.53

Bilaga 4 VIP+, Ursprungligt Hus B

KOMMENTARER

Hus B på Ystadsgatan

INDATA

Allmänt	
Beräkningsdatum	2008-05-14 (15:10:08)
Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Klimatdata	MALMÖ
Latitud	55.6 grader
Klimatzon BBR12	SÖDER
Solreflektion från mark	40.00 %
Vindhastighet	60.00 % av klimatdata
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:5 SV:10 V:5 NV:10 N:10 NO:5 O:5 SO:5 °
Formfaktor för vindtryck	S:0.00 SV:-0.60 V:-0.50 NV:0.70 N:0.70 NO:-0.60 O:0.70 SO:-0.60 TAK:-0.60
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	29
Ventilationsvolym	5071.0 m³
Uppvärmd bruksarea enl SS021052	2113.0 m²
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 W/m,K

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag										
Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m² Längd m	Solabsorption %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effektbehov %	U-värde med mark och d-U W/m²°C	Psi-värde W/m²°C
	Yttervägg1	NORDVÄST	254.1m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDVÄST	100.7m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	NORDOST	100.7m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDOST	233.7m²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
bjälklag mot vind	tak mot vind	TAK	395.5m²	0.0	2.5	2.5		0	1.008	
vindsvåning	vindvägg	TAK	58.4m²	0.0	0.0	1.6		0	0.636	
snedtak	TAKTYP egen	TAK	30.6m²	90.0	1.6	2.5		0	0.345	
tak vindsvån	TAKTYP egen	TAK	56.9m²	90.0	2.5	2.5		0	0.345	
	YHÖRN LBTGegen	SÖDER	9.2m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	VÄSTER	9.2m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	NORR	9.2m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
	YHÖRN LBTGegen	ÖSTER	9.2m	70.0	0.0	2.5		0	0.929	
vån1	balkong1	SYDOST	15.6m	70.0	0.0	0.0		0	0.487	
vån2o3 gavel	balkong2o3	SYDOST	31.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.500	
	bjälklag1	SYDVÄST	11.1m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	NORDVÄST	47.6m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	NORDOST	11.1m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	SYDOST	32.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag										
Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m	Sol- absorption %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med mark och d-U W/m ² °C	Psi-värde W/m ² °C
ovan mark	bjälklag2o3	SYDVÄST	22.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	NORDVÄST	95.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	NORDÖST	22.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	SYDÖST	64.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDVÄST	17.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDÖST	7.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	SYDÖST	5.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+7 ög	NORDVÄST	8.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20+7 ög	SYDVÄST	6.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20+7 ög	SYDÖST	12.3m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 28 ög	SYDÖST	1.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	2.998	
ovan mark	KV 20 ög	NORDVÄST	4.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.486	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	SYDÖST	14.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
	KV 20+3.5 ug	KV 0-1 m	48.3m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.756	
	KV 20+3.5 ug	KV 1-2 m	24.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.403	
	KV 20+7 ug	KV 0-1 m	45.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.563	
	KV 20+7 ug	KV 1-2 m	22.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.342	
	KV 20 ug	KV 0-1 m	5.3m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.155	
	KV 20 ug	KV 1-2 m	2.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.491	
	KGOLV	KG 0-6 m	528.9m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.265	
	KV 28 ug	KV 0-1 m	1.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.096	
	KV 28 ug	KV 1-2 m	0.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.480	
	KV 25+3.5 ug	KV 0-1 m	18.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.740	
	KV 25+3.5 ug	KV 1-2 m	9.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.398	
	TEGELvind	TAK	124.0m ²	0.0	0.0	2.5		0	1.754	
	IVcementsten	INNER	1026.0m ²					0		
	IVtegel	INNER	948.0m ²					0		
	IVplattor	INNER	2233.0m ²					0		
	IVbetong	INNER	690.0m ²					0		
	mellanBJLKL1	INNER	1058.0m ²					0		
	mellanBJLKL2&3	INNER	2116.0m ²					0		

Solskyddstyper											
Benämning	Gräns- temp. °C	Gräns- effekt W/m ²	Reduk- tion av Total %	Reduk- tion av Direkt %	Vinkel Under- kant	Vinkel Över- kant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vind- hastighet m/s
Persienn	24.0	300.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler											
Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² °C	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Luftläck. q50 l/s,m ²	Sol- skydd
entre	3 GLAS NORMAL	NORDVÄST	93.6	80	60	48	1.30	0.0	2.5	0.80	Persienn
	3 GLAS NORMAL	SYDVÄST	12.3	80	60	48	1.30	0.0	2.5	0.80	Persienn
	3 GLAS NORMAL	NORDÖST	11.8	80	60	48	1.30	0.0	2.5	0.80	Persienn
	3 GLAS NORMAL	SYDÖST	76.2	80	60	48	1.30	0.0	2.5	0.80	Persienn
	PORT	NORDVÄST	14.1	60	50	40	1.00	0.0	2.4	0.80	
	VENTIL-40	NORDVÄST	0.0	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11	
	VENTIL-40	SYDVÄST	0.1	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11	

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler											
Benämning	Byggsdelstyp	Orientering	Area m ²	Glasandel %	Soltransm. Total %	Soltransm. Direkt %	U-värde W/m ² °C	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Luftläck. q50 l/s,m ²	Solskydd
	VENTIL-40	NORDOST	0.1	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11	
	VENTIL-40	SYDOST	0.0	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11	
	PORTkällare	NORDVÄST	2.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	
	PORTgarage	NORDVÄST	9.7	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	
	PORTgarage	SYDOST	14.5	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80	
	balkondörr	NORDOST	1.8	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80	
	balkondörr	SYDVÄST	1.8	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80	
	balkondörr	SYDOST	52.8	40	60	50	1.40	0.0	2.1	0.80	

Driftdata												
Driftfallsbenämning	Veckodagar	Dagnummer	Tid	Processenergi W/m ²	Processenergi W/lgh	Processenergi varmv. W/m ²	Fastighetsenergi rumsluft W/m ²	Personenergi W/m ²	Tappvarmvatten W/m ²	Tappvarmvatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
BOST 20	MÅND-SÖND	1 - 365	0 - 24	4.57	0.00	0.00	1.39	1.00	2.70	0.00	27.00	20.00

Ventilationsaggregat											
Aggregatbenämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Verkn.gr återvinning %	Lägsta tilluftstemp °C	Utetemp Driftp. L °C	Flöde Driftp. L %	Utetemp Driftp. H °C	Flöde Driftp. H %	
självdreg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.0	100	20.0	100	

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden					
Aggregatbenämning	Veckodagar	Tilluft oms/h	Frånluft oms/h	Startdag-Slutdag	Starttid-Sluttid
självdreg	MÅND-SÖND	697.00	697.00	1 - 365	0 - 24

Nyckeltal				
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	25.02	213.94	213.94	Wh/m ² °C
Yttre värmekapacitet	25.19	52.84	52.84	Wh/m ² °C
Medeltemperatur	20.00	20.00	20.00	°C
Medelvärde ventilation	697.00	697.00	697.00	oms/h
Processenergi medel	5.95	5.95	5.95	W/m ²
Personenergi medel	1.00	1.00	1.00	W/m ²
Omslutningsarea		2982.82	2982.82	m ²
Luftläckage vid 50 Pa	1821.70	1823.03	1823.03	l/s
Invändigt tryck medel	-3.9	-3.8	-3.8	Pa

Jämförelse mot krav enligt BBR				
	Aktuellt hus referensdrift	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 10				
Fs-värde	0.607	0.607	0.311	W/m ² K
Tillåtet Fs-värde är 130 % av referenshusets medel: 0.239				
Uppvärmning	256875	216828	131537	kWh
Jämförelse mot BBR 12				
U-värde		0.696	0.500	W/m ² K
Energianvändning		115	110	kWh/m ²

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift kWh	Referenshus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Referensdrift kWh	Aktuellt hus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi						
Transmission	109778	51.95	226087	107.00	226087	107.00
Luftläckage	24851	11.76	23317	11.03	23317	11.03
Ventilation	102033	48.29	94665	44.80	94665	44.80
Spillvatten	90023	42.60	90023	42.60	49977	23.65
Passiv kyla	2936	1.39	0	0.00	0	0.00
Tillförd energi						
Solenergi genom fönster	39936	18.90	48515	22.96	48515	22.96
Återvinning ventilation	29444	13.93	0	0.00	0	0.00
Återvinning spillvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Processenergi	110193	52.15	110193	52.15	110193	52.15
Personenergi	18510	8.76	18510	8.76	18510	8.76
Elförsörjning	25673	12.15	25673	12.15	25673	12.15
Värmeförsörjning	131537	62.25	256875	121.57	216828	102.62

Bilaga 5 VIP+, Ursprungligt Hus C

KOMMENTARER

Hus C på Ystadsgatan

INDATA

Allmänt	
Beräkningsdatum	2008-05-14 (15:13:44)
Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Klimatdata	MALMÖ
Latitud	55.6 grader
Klimatzon BBR12	SÖDER
Solreflektion från mark	40.00 %
Vindhastighet	60.00 % av klimatdata
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:5 SV:5 V:5 NV:5 N:10 NO:10 O:10 SO:5 °
Formfaktor för vindtryck	S:0.00 SV:-0.60 V:-0.60 NV:-0.60 N:0.70 NO:0.70 O:-0.50 SO:0.70 TAK:-0.60
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Bostad
Antal lägenheter	29
Ventilationsvolym	5530.0 m ³
Uppvärmd bruksarea enl SS021052	2304.0 m ²
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 W/m,K

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag										
Benämning	Byggsdelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m	Solabsorption %	Lägst nivå m	Högst nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effektbehov %	U-värde med mark och d-U W/m ² °C	Psi-värde W/m ² °C
balkongfasad bjälklag mot vind vindsvåning snedtak vindsvån	Yttervägg1	NORDVÄST	324.0m ²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDVÄST	225.2m ²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	NORDOST	114.1m ²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg1	SYDOST	114.1m ²	70.0	0.0	2.5		0	0.566	
	Yttervägg2	SYDOST	55.2m ²	70.0	0.0	2.5		0	0.521	
	tak mot vind	TAK	459.0m ²	0.0	2.5	2.5		0	1.008	
	vindvägg	TAK	71.0m ²	0.0	0.0	1.6		0	0.636	
	TAKTYP egen	TAK	31.3m ²	90.0	1.6	2.5		0	0.345	
	TAKTYP egen	TAK	66.2m ²	90.0	2.5	2.5		0	0.345	
	YHÖRN LBTGegen	SÖDER	36.8m	70.0	0.0	2.5		0	1.032	
YHÖRN LBTGegen	VÄSTER	27.6m	70.0	0.0	2.5		0	1.032		
YHÖRN LBTGegen	NORR	9.2m	70.0	0.0	2.5		0	1.032		
YHÖRN LBTGegen	ÖSTER	55.2m	70.0	0.0	2.5		0	1.032		
vån1	balkongUT1	SYDOST	14.4m	70.0	0.0	0.0		0	0.515	

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m	Sol- absorb- tion %	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp °C	Andel av effekt- behov %	U-värde med mark och d-U W/m ² °C	Psi-värde W/m ² °C
vån1	balkong1	SYDVÄST	2.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.509	
vån1	balkong1	NORDOST	2.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.509	
vån2o3	balkongUT2o3	SYDOST	28.8m	70.0	0.0	0.0		0	0.530	
vån2o3 gavel	balkong2o3	SYDVÄST	6.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.523	
vån2o3 gavel	balkong2o3	NORDOST	6.0m	70.0	0.0	0.0		0	0.523	
	bjälklag1	SYDVÄST	16.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	NORDVÄST	57.8m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	NORDOST	16.2m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag1	SYDOST	43.4m	70.0	0.0	0.0		0	0.504	
	bjälklag2o3	SYDVÄST	48.5m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	NORDVÄST	115.5m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	NORDOST	48.5m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	bjälklag2o3	SYDOST	86.7m	70.0	0.0	0.0		0	0.521	
	IHÖRN LBTGegen	SÖDER	27.6m	70.0	0.0	2.5		0	0.315	
	IHÖRN LBTGegen	NORR	18.4m	70.0	0.0	2.5		0	0.315	
	IHÖRN LBTGegen	ÖSTER	46.0m	70.0	0.0	2.5		0	0.315	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	SYDVÄST	10.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDVÄST	22.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	NORDOST	7.2m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+3.5 ög	SYDOST	10.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.336	
ovan mark	KV 20+7 ög	NORDVÄST	3.3m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 20+7 ög	SYDOST	12.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.829	
ovan mark	KV 25 ög	SYDOST	1.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.164	
ovan mark	KV 20 ög	NORDVÄST	4.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	3.486	
	KV 20+3.5 ug	KV 0-1 m	66.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.756	
	KV 20+3.5 ug	KV 1-2 m	33.4m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.403	
	KV 20+7 ug	KV 0-1 m	27.0m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.563	
	KV 20+7 ug	KV 1-2 m	13.5m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.342	
	KV 20 ug	KV 0-1 m	5.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.155	
	KV 20 ug	KV 1-2 m	2.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.491	
	KGOLV	KG 0-6 m	592.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.265	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	NORDOST	5.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
ovan mark	KV 25+3.5 ög	SYDOST	11.6m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.286	
	KV 25 ug	KV 0-1 m	1.3m ²	0.0	0.0	0.0		0	1.118	
	KV 25 ug	KV 1-2 m	0.7m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.484	
	KV 25+3.5 ug	KV 0-1 m	21.8m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.740	
	KV 25+3.5 ug	KV 1-2 m	10.9m ²	0.0	0.0	0.0		0	0.398	
	TEGELvind	TAK	124.3m ²	0.0	0.0	2.5		0	1.754	
	IVcementsten	INNER	812.0m ²					0		
	IVtegel	INNER	1340.0m ²					0		
	IVplattor	INNER	3150.0m ²					0		
	IVbetong	INNER	744.0m ²					0		
	mellanBJLKL1	INNER	1185.0m ²					0		
	mellanBJLKL2&3	INNER	2558.0m ²					0		

Soleskyddstyper

Benämning	Gräns- temp. °C	Gräns- effekt W/m ²	Reduk- tion av Total %	Reduk- tion av Direkt %	Vinkel Under- kant	Vinkel Över- kant	Vinkel Skärm 1 Sida 1	Vinkel Skärm 1 Sida 2	Vinkel Skärm 2 Sida 1	Vinkel Skärm 2 Sida 2	Högsta Vind- hastighet m/s
Persienn	24.0	300.0	80.0	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler												
Benämning	Bygghelstyp	Orientering	Area m ²	Glasandel %	Soltransm. Total %	Soltransm. Direkt %	U-värde W/m ² C	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Luftläck. q50 l/s,m ²	Solskydd	
	3 GLAS NORMAL	NORDVÄST	94.4	80	60	48	1.30	0.9	2.3	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	SYDVÄST	24.1	80	60	48	1.30	0.9	2.3	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	NORDÖST	15.7	80	60	48	1.30	0.9	2.3	0.80	Persienn	
	3 GLAS NORMAL	SYDÖST	104.1	80	60	48	1.30	0.9	2.3	0.80	Persienn	
	PORT	NORDVÄST	14.1	70	50	40	1.00	0.0	2.4	0.80		
	VENTIL-40	NORDVÄST	0.7	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	SYDVÄST	0.0	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	NORDÖST	0.0	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	VENTIL-40	SYDÖST	0.4	0	0	0	0.00	2.0	2.0	11.11		
	PORTkällare	NORDVÄST	7.1	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	PORTgarage	SYDVÄST	19.3	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	PORTgarage	NORDVÄST	19.3	0	0	0	1.00	0.0	0.0	0.80		
	balkongdörr	NORDÖST	5.3	40	50	40	1.40	0.0	2.1	0.80		
	balkongdörr	SYDVÄST	5.3	40	50	40	1.40	0.0	2.1	0.80		
	balkongdörr	SYDÖST	40.5	40	50	40	1.40	0.0	2.1	0.80		

Nyckeltal				
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	25.02	228.68	228.68	Wh/m ² C
Yttre värmekapacitet	25.20	60.44	60.44	Wh/m ² C
Medeltemperatur	20.00	20.00	20.00	°C
Medelvärde ventilation	760.00	760.00	760.00	oms/h
Processenergi medel	5.44	5.44	5.44	W/m ²
Personenergi medel	1.00	1.00	1.00	W/m ²
Omslutningsarea		3661.93	3661.93	m ²
Luftläckage vid 50 Pa	2308.42	2322.16	2322.16	l/s

Nyckeltal				
	Referenshus Referensdrift	Aktuellt hus Referensdrift	Aktuellt hus Aktuell drift	
Invändigt tryck medel	-3.2	-3.2	-3.2	Pa

Driftdata												
Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Dag- nummer	Tid	Process- energi W/m ²	Process- energi W/lgh	Process- energi varmv. W/m ²	Fastig- hets- energi rumsluft W/m ²	Person- energi W/m ²	Tapp- varmvatten W/m ²	Tapp- varmvatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
BOST 20	MÅND-SÖND	1 - 365	0 - 24	4.57	0.00	0.00	0.87	1.00	2.70	0.00	27.00	20.00

Ventilationsaggregat										
Aggregat- benämning	Tilluft Fläcktryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläcktryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Verkn.gr återvinning %	Lägsta tilluftstemp °C	Utetemp Driftp. L °C	Flöde Driftp. L %	Utetemp Driftp. H °C	Flöde Driftp. H %
självdrag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.0	100	20.0	100

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden					
Aggregat- benämning	Vecko- dagar	Tilluft oms/h	Frånluft oms/h	Startdag-Slutdag	Starttid-Sluttid
självdrag	MÅND-SÖND	760.00	760.00	1 - 365	0 - 24

Jämförelse mot krav enligt BBR				
	Aktuellt hus referensdrift	Aktuellt hus aktuell drift	Tillåtet värde	
Jämförelse mot BBR 10				
Fs-värde	0.602	0.602	0.308	W/m ² K
Tillåtet Fs-värde är 130 % av referenshusets medel: 0.237				
Uppvärmning	305913	266954	154447	kWh
Jämförelse mot BBR 12				
U-värde		0.684	0.500	W/m ² K
Energianvändning		123	110	kWh/m ²

Energibalans						
	Referenshus Referensdrift kWh	Referenshus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Referensdrift kWh	Aktuellt hus Referensdrift kWh/m ²	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgiven energi						
Transmission	127931	55.53	266513	115.67	266513	115.67
Luftläckage	33673	14.61	32156	13.96	32156	13.96
Ventilation	109053	47.33	102118	44.32	102118	44.32
Spillvatten	93453	40.56	93453	40.56	54494	23.65
Passiv kyla	1505	0.65	0	0.00	0	0.00
Tillförd energi						
Solenergi genom fönster	47483	20.61	58412	25.35	58412	25.35
Återvinning ventilation	33766	14.66	0	0.00	0	0.00
Återvinning spillvatten	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Återvinning värmepump	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Solfångare	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Processenergi	109735	47.63	109735	47.63	109735	47.63
Personenergi	20183	8.76	20183	8.76	20183	8.76
Elförsörjning	17499	7.59	17499	7.59	17499	7.59
Värmeförsörjning	154447	67.03	305913	132.77	266954	115.87